



**Isabel Martins Tavares AVALIAÇÃO DE AMBIENTE FRIO E SENSACÃO
TÉRMICA DE TRABALHADORES: ESTUDO DE
CASO NUMA EMPRESA DE BACALHAU**



Isabel Martins Tavares **AVALIAÇÃO DE AMBIENTE FRIO E SENSAÇÃO
TÉRMICA DE TRABALHADORES: ESTUDO DE CASO
NUMA EMPRESA DE BACALHAU**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista
Professor Associado da Universidade do Porto

Prof. Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (coorientador)

agradecimentos À professora Doutora Leonor Teixeira expresso um profundo agradecimento pela orientação, apoio, confiança, constante motivação e acompanhamento no desenvolvimento e elaboração deste projeto.

Ao professor Doutor Mário Talaia, o meu sincero agradecimento pela coorientação neste projeto. Muito obrigado pelo profissionalismo, pela disponibilidade e colaboração em todos os trabalhos. O seu apoio foi determinante na elaboração deste projeto.

Ao Pedro, um agradecimento especial por todo o carinho, pelas palavras de confiança e força em todos os momentos, assim como todo o apoio em todo o meu percurso académico.

Aos meus pais, por todo o seu esforço e incentivo para seguir os meus sonhos, e aos familiares que apoiaram e ajudaram na realização deste trabalho.

Aos meus amigos, por todo o apoio e acompanhamento ao longo deste percurso.

Aos meus colegas de trabalho pelo apoio para tornar possível a realização deste trabalho.

Aos meus ex-colegas de trabalho pelo incansável apoio em todo o meu percurso académico. Sem estes não seria possível concretizar este objetivo.

A todos dedico este trabalho.
Muito obrigado!

palavras-chave

Ambiente térmico frio, Sensação térmica, índice *ITH*, índice *EsConTer*, índice *PPD*.

resumo

Qualquer atividade humana é influenciada pelo ambiente de trabalho na qual é desenvolvida. O aumento da competitividade, a diminuição de acidentes de trabalho e do absentismo por doenças profissionais são objetivos que devem ser considerados pelas empresas, independentemente do setor de produção. A satisfação de todos os trabalhadores inseridos num ambiente térmico é uma tarefa “quase” impossível, pois um ambiente termicamente confortável para uma pessoa pode ser desconfortável para outra. Assim, o ideal seria criar um ambiente térmico que satisfizesse o maior número de trabalhadores. Como tal, a avaliação de conforto térmico implica um certo grau de subjetividade e requer a análise de dois aspetos: físicos (ambiente térmico) e subjetivos (estado de espírito do indivíduo). É neste contexto que o presente projeto se encontra inserido, tendo como objetivo analisar o padrão de sensação térmica de uma secção de embalagem de bacalhau demolido ultracongelado, a identificação de postos de trabalho mais vulneráveis ao stress térmico e, ainda, a avaliação da sensação térmica real dos trabalhadores, tendo por base as condições ambientais e a perceção dos trabalhadores. A sensação térmica real dos trabalhadores foi medida com base numa escala de cores e complementada com um questionário. Um conjunto de dados termohigrométricos foram recolhidos através de um instrumento de medida denominado “*Center 317 – temperature humidity meter*”. Aos dados recolhidos aplicaram-se os índices térmicos *ITH*, *EsConTer*, e *PPD*, para conhecer o padrão de sensação térmica da secção e da insatisfação dos trabalhadores. Estes índices mostraram-se bastante concordantes quanto aos resultados obtidos, traduzindo de uma forma bastante fiável o padrão do ambiente térmico. Os resultados obtidos mostraram, ainda, que o padrão de sensação térmica depende do tipo de embalagem, que influencia a sensação térmica dos trabalhadores.

keywords

Cold Thermal Environment , Thermal Sensation, *THI* index, *EsConter* index, *PPD* index.

abstract

Any human activity is influenced by the work environment in which it is developed. Increased competitiveness, the reduction of occupational accidents and occupational diseases absenteeism are objectives that should be considered by organizations, regardless of the production sector. The satisfaction of all workers housed in a thermal environment is an "almost" impossible task because a thermally comfortable environment for one person may be uncomfortable for another. Therefore, the ideal would be to create a thermal environment that satisfies the largest numbers of workers. As such, the evaluation of thermal comfort implies a certain degree of subjectivity and requires the analysis of two aspects: physical (thermal environment) and subjective aspects (state of mind of the individual). It is in this context that the present project is inserted, aiming to analyze the pattern of thermal sensation of a packaging section of quick-frozen desalted codfish, discover the location of the most vulnerable workstations to thermal stress and still the evaluation of the real thermal sensation of workers, based on the environmental conditions and on the perception of workers. The real thermal sensation of workers was measured based on a scale of colours and using a questionnaire. A set of thermohygrometric data were collected using a measurement instrument termed "*Center 317 – temperature humidity meter*". To the data were applied the indices *ITH*, *EsConTer* and *PPD* to discover the standard of thermal sensation of the section and the dissatisfaction of workers. These indices were quite agree on the results obtained, translating a fairly reliable pattern of the thermal environment. The results also showed that the pattern of thermal sensation depends on the type of packaging, which influences the thermal sensation of the workers.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Introdução e problemática do projeto	1
1.2. Objetivos do projeto.....	2
1.3. Estrutura do projeto	2
2. Empresa em estudo.....	5
2.1. Apresentação da empresa	5
2.1.1. Enquadramento geográfico	5
2.1.2. Caraterização.....	5
2.1.3. Organograma.....	7
2.2. Processo produtivo da empresa	8
2.2.1. Processo de transformação em BDUC	8
3. Revisão da literatura	17
3.1. Evolução da Ergonomia	17
3.2. Ambiente e conforto térmico	18
3.2.1. Ambiente térmico quente	20
3.2.2. Ambiente térmico frio	21
3.2.3. Importância da avaliação do ambiente térmico	24
3.2.3.1. Ambiente térmico e produtividade.....	25
3.2.3.2. Ambiente térmico e saúde.....	26
3.2.4. Fatores primários que afetam o conforto térmico	27
3.2.4.1. Variáveis ambientais.....	28
3.2.4.2. Variáveis pessoais	28
3.2.5. Fatores secundários que afetam o conforto térmico	33
3.3. Índices de conforto térmico/ <i>stress</i> térmico.....	35
3.3.1. Diagrama de conforto/desconforto da organização de meteorologia ou diagrama mundial de meteorologia e saúde	35
3.3.2. Índice ITH.....	37
3.3.3. Índice EsConTer	38
3.3.4. Índice PMV e PPD	38
4. Metodologia	43
4.1. Introdução	43
4.2. Descrição da secção em estudo e da recolha de dados	44

4.3.	Questionário aplicado	46
5.	Resultados e sua discussão.....	49
5.1.	Resultados do questionário	49
5.1.1.	Caracterização do espaço e das funções dos trabalhadores.....	49
5.1.2.	Caraterização da amostra	50
5.1.3.	Caracterização das condições dos colaboradores nos postos de trabalho	52
5.1.4.	Percepção dos trabalhadores relativamente ao conforto térmico nos postos	56
5.2.	Medição do conforto térmico com base nos índices térmicos	58
5.2.1.	Resultados da temperatura e humidade relativa	58
5.2.2.	Índices EsConTer, ITH e PPD	63
5.2.3.	Diagrama de conforto/desconforto da Organização Mundial de Meteorologia ou Diagrama mundial de meteorologia e saúde.....	68
5.3.	Sensação térmica dos trabalhadores “ <i>versus</i> ” EsConTer.....	69
6.	Considerações finais e perspetivas futuras	71
	Referências Bibliográficas	73
	Anexo 1	77
	Anexo 2	79
	Anexo 3	81
	Anexo 4	83

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização da empresa <i>Mar Lusitano</i>	5
Figura 2 – Organograma da empresa <i>Mar Lusitano</i>	7
Figura 3 – Corte com máquina de discos.....	9
Figura 4 – Corte com máquina porcionadora	10
Figura 5 – Máquina de 2ª pele - ULMA (postas higienizadas)	12
Figura 6 – Máquina de 2ª pele (caixas de 1kg/ caixas de 2kg/ cuvetes)	13
Figura 7 – Classificadora de 12 portas	13
Figura 8 – Embalamento de sacos (lado esquerdo) e cuvetes (lado direito) na multicabeçal	14
Figura 9 – Ergonomia como uma tecnologia de interfaces	17
Figura 10 – Ambientes térmicos diferentes	20
Figura 11 – Diagrama de conforto /desconforto	36
Figura 12 – Diagrama de sensação térmica	37
Figura 13 – Escala térmica de cores – sensação térmica real	38
Figura 14 – PPD em função do PMV	41
Figura 15 – Secção de embalamento com localização dos pontos de observação	45
Figura 16 – Circuitos seleccionados para a recolha de dados.....	46
Figura 17 – Postos de trabalho da secção de embalamento.	49
Figura 18 – Dados dos trabalhadores	51
Figura 19 – Antiguidade na empresa.....	52
Figura 20 – Anos e horas no posto de trabalho	52
Figura 21 – Diagramas caixa sobre a percepção dos trabalhadores quanto ao ambiente térmico ...	57
Figura 22 – Temperatura do ar para as diferentes situações de embalamento	59
Figura 23 – Temperatura com localização dos postos de trabalho para as diferentes situações de embalamento	60
Figura 24 – Humidade relativa do ar para as diferentes situações de embalamento.....	61
Figura 25 – Humidade relativa do ar com postos de trabalho para as diferentes situações de embalamento	62
Figura 26 – EsConTer para as diferentes situações de embalamento	63
Figura 27 – EsConTer com postos de trabalho para as diferentes situações de embalamento	64
Figura 28 – ITH para as diferentes situações de embalamento	65
Figura 29 – ITH com postos de trabalho para as diferentes situações de embalamento	66

Figura 30 – PPD para as diferentes situações de embalagem	67
Figura 31 – PPD com postos de trabalho para as diferentes situações de embalagem	68
Figura 32 – Diagrama W.M.O	69
Figura 33 – Sensação térmica dos trabalhadores “ <i>versus</i> ” EsConTer	69

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Duração do <i>stress</i> por frio e reações associadas	23
Tabela 2 – Efeitos esperados da exposição leve e intensa ao frio	24
Tabela 3 – Valores das taxas metabólicas para determinadas atividades	31
Tabela 4 – Classificação dos níveis da taxa de metabolismo	31
Tabela 5 – Isolamento térmico do vestuário/peças individuais de roupa	33
Tabela 6 – Escala de percepção térmica	34
Tabela 7 – Escala de sete pontos de preferência térmica	34
Tabela 8 – Valores limites para o índice ITH	37
Tabela 9 – Valores limites para o índice ITH	38
Tabela 10 – Escala de sensação térmica.....	39
Tabela 11 – Valores limite para a aplicação do índice PMV	40
Tabela 12 – Funções de cada posto de trabalho e atividade física	50
Tabela 13 – Dados dos trabalhadores	51
Tabela 14 – Idade dos trabalhadores	51
Tabela 15 – Vestuário usado pelos trabalhadores nos seus postos de trabalho	53
Tabela 16 – Número de peças de vestuário usado pelos trabalhadores e isolamento térmico (clo)	54
Tabela 17 – Sintomas e zonas corporais de desconforto térmico dos trabalhadores	55
Tabela 18 – Dados sobre os sintomas e a zona corporal de desconforto dos trabalhadores.	56
Tabela 19 – Respostas da avaliação da percepção dos trabalhadores (sensação térmica, temperatura, conforto e satisfação)	56

1. Introdução

1.1. Introdução e problemática do projeto

A relação dos trabalhadores com o seu ambiente de trabalho torna-se cada vez mais importante na era da globalização, caracterizada por constantes mudanças e forte competitividade. O aumento da competitividade, a diminuição dos acidentes de trabalho e do absentismo por doenças profissionais são objetivos que devem ser tidos em conta pelas empresas. As situações do quotidiano pessoal e profissional das pessoas revelam que a atividade produtiva do ser humano precisa de ser estudada, tendo por base uma relação entre os aspetos humanos presentes nas atividades do trabalho e as demais componentes do sistema de produção.

Durante a segunda Guerra Mundial, diversos profissionais trabalharam em conjunto com o objetivo de desenvolver soluções para os problemas de operação de aparelhos militares caros e complexos. Desta forma, surgiu o vocábulo ergonomia, cada vez mais familiar e de uso corrente, pois houve necessidade de uma palavra que exprimisse o estudo científico do homem e do seu trabalho (Peinado & Graeml, 2007). Foi adaptado oficialmente em 1949, aquando da criação da primeira sociedade de Ergonomia – Ergonomic Research Society (ERC) (Fanger, 1972).

Com o avanço da investigação na área da Ergonomia, verificou-se a necessidade de avaliar o efeito do “clima” nos postos de trabalho e no ser humano (trabalhador).

Um ambiente térmico adequado é fundamental para que qualquer trabalhador se sinta bem no local de trabalho, uma vez que um ambiente térmico adequado contribui para aumentar o bem-estar e a produtividade. O estudo do ambiente térmico no interior dos locais de trabalho deve atender à necessidade de aquisição de condições aceitáveis em termos de saúde e conforto e ser adequado ao organismo humano, em função de diversos fatores como os processos produtivos, os métodos de trabalho e a carga física a que os trabalhadores estão submetidos. Esta avaliação é aplicável tanto a situações de conforto térmico, como a situações de *stress* térmico (Fanger, 1972). O conforto térmico pode ser definido, como “a satisfação expressa quando um indivíduo é sujeito a um determinado ambiente térmico” (ISO 7730, 2005). Segundo Lamberts (2011) os ambientes podem ser divididos em ambientes térmicos quentes (quando o *stress* é provocado por calor) e em ambientes térmicos frios (quando o *stress* é provocado por frio). É imprescindível conhecer as condições ambientais que conduzem ao *stress* térmico, ou seja, qual o tipo de trabalho e o tempo exposto a esta situação, para depois se estabelecerem ações preventivas e corretivas aplicáveis. A situação ideal, que corresponde a um ambiente neutro ou confortável ocorre quando um indivíduo está numa condição de equilíbrio com o ambiente que o rodeia, sem que haja um esforço sensível para a manutenção da temperatura dos tecidos constituintes do corpo.

Estando a investigadora a fazer um estágio profissional numa empresa de transformação de bacalhau, onde predomina um ambiente térmico frio, foi detetada a necessidade de elaborar um estudo de conforto/ desconforto térmico para conhecer o padrão da sensação térmica do espaço. Para além disso, também as queixas de alguns sintomas provocados pelo ambiente em questão

(frieiras, redução de capacidades motoras, etc.) e as altas taxas de absentismo por doença motivaram o estudo. Este irá recair sob a secção de embalagem onde existem sistemas climatizados e onde os trabalhadores estão expostos durante mais tempo a um ambiente térmico frio. Para identificar a sensação térmica dos trabalhadores serão usados índices térmicos. Simultaneamente, será elaborado um questionário para se conhecer a sensação térmica real de cada trabalhador.

No que se refere aos índices a aplicar, consideram-se relevantes os seguintes: o índice ITH (índice de temperatura húmida) que foi adaptado por Nieuwolt (1977), o diagrama mundial de meteorologia e saúde (WMO, 1987), o índice EsConTer (Talaia & Simões, 2009) e os índices PMV e PPD (ISO 7730, 2005).

1.2. Objetivos do projeto

Os estudos de conforto térmico visam estabelecer métodos de avaliação das condições necessárias para um ambiente térmico adequado à ocupação humana. Neste sentido, o objetivo deste projeto é a avaliação e a melhoria das condições de trabalho numa empresa de transformação de bacalhau. Para tal, serão feitas medições na secção de embalagem, secção que foi selecionada para o estudo de forma a caracterizar o ambiente laboral a que os trabalhadores desta empresa estão sujeitos diariamente, identificar fatores que influenciam na sensação térmica e, posteriormente, adotar estratégias de intervenção, caso necessário.

Deste modo, o objetivo geral do projeto é determinar o padrão de sensação térmica num espaço industrial e investigar o bem-estar dos trabalhadores. Por conseguinte, os objetivos específicos do projeto visam:

- Determinar as condições ambientais internas da secção de embalagem;
- Determinar o grau de isolamento térmico dos trabalhadores (unidade Clo);
- Aplicar diferentes índices térmicos aos dados registados em pontos de observação pré definidos;
- Realizar uma análise comparativa entre a resposta de sensação térmica real dos trabalhadores e de modelos aplicados;
- Adotar estratégias de intervenção de modo a melhorar o bem-estar dos trabalhadores, caso necessário;

1.3. Estrutura do projeto

O presente relatório inicia-se no capítulo 1 com a apresentação da problemática, assim como dos objetivos que o orientam. Ainda na Introdução, é apresentada a sua estrutura.

No capítulo 2 é efetuada a apresentação da empresa em que decorre o projeto, que engloba o seu enquadramento geográfico, a sua caracterização, o seu organograma e a descrição do seu processo produtivo.

No capítulo 3 é apresentada uma breve revisão da literatura com os principais conceitos inerentes à temática do presente projeto, mais especificamente: 1) Evolução da ergonomia; 2) Ambiente e conforto térmico e 3) Índices de conforto térmico.

Posteriormente, no capítulo 4 é descrita a metodologia adotada ao longo da investigação, mais concretamente na recolha de dados e análise dos mesmos.

No capítulo 5 surge a apresentação e discussão dos resultados obtidos de acordo com as respostas dos trabalhadores ao questionário e de acordo com os mapas térmicos obtidos através de um algoritmo do Matlab. A discussão desses resultados é efetuada, contrapondo-os com os obtidos na realidade e os previstos.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões finais do estudo e perspetivas futuras para investigação na área.

2. Empresa em estudo

2.1. Apresentação da empresa

2.1.1. Enquadramento geográfico

“A situação geográfica de Ílhavo condicionou de forma inevitável a sua história. A proximidade do mar definiu, para além de uma fértil agricultura, a pesca e a salga como principais sectores económicos” (Turismo Centro de Portugal, 2011).

O bacalhau, peixe precioso e universalmente conhecido pelo seu paladar requintado, encontra-se intimamente relacionado com o Município de Ílhavo, terra de lendários e corajosos marinheiros que, nos mares frios da Terra Nova (Canadá) e da Gronelândia, sofreram na pele as agruras de uma faina de grande dureza. Sem nunca proferirem palavras de lamentação, estes homens suportaram, em meses e meses de ausência de terra firme, condições de extrema adversidade atmosférica e de grande carência alimentar. O objetivo era conseguir o sustento de toda uma família que aguardava expectante o seu regresso. Por tudo isto, e muito mais, a pesca do bacalhau, iniciada em mares longínquos durante o século XVI, converteu-se num dos mais importantes pilares da riqueza dos ilhavenses (Turismo Centro de Portugal, 2011).

A *Mar Lusitano* localiza-se na Avenida Marginal Porto Bacalhoeiro, na Gafanha da Nazaré, que pertence ao concelho de Ílhavo, distrito de Aveiro (Figura 1). Este concelho é conhecido pela sua ligação ao mar e, mais concretamente à faina do bacalhau. É uma localização privilegiada devido à sua proximidade com Aveiro e às suas acessibilidades circundantes, as autoestradas A25, A29, A17 e A1.

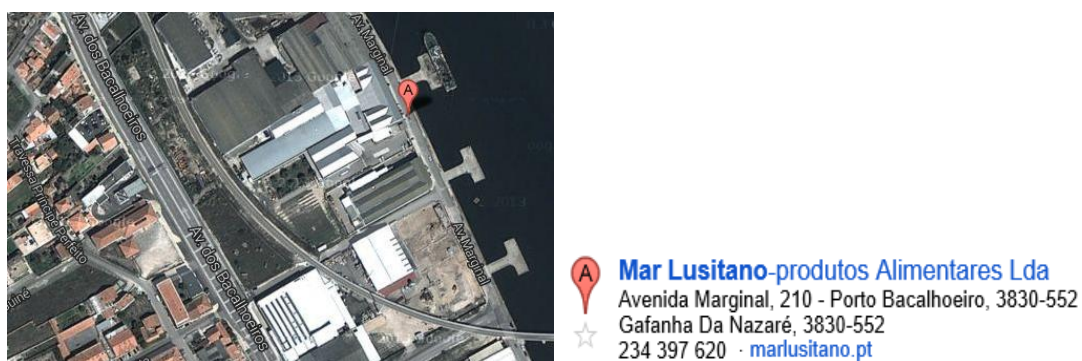


Figura 1 – Localização da empresa *Mar Lusitano*

2.1.2. Caracterização

A *Mar Lusitano* é uma empresa do grupo *Nutriplus* (área alimentar). A *Nutriplus* iniciou a sua atividade em 1999 e é especializada na importação e comercialização de bacalhau salgado, com uma forte presença internacional. Por sua vez, a *Mar Lusitano* surgiu de uma ideia de negócio e dedica-se à transformação de produtos de pesca e aquicultura, concretamente de bacalhau e

espécies afins. A ideia de negócio surgiu da necessidade de estabelecer uma integração vertical completa no grupo de empresas. Após a aquisição e importação de matéria-prima, eram pagos serviços de transformação a indústrias terceiras. Os aproveitamentos eram diminutos, a flexibilidade escassa e a confidencialidade de clientes e mercados era nula. Assim, foi considerada a existência de uma oportunidade de negócio que surgiu desta necessidade de não dependência de terceiros. Logo, esta trouxe ao mercado serviços que não existiam. Assim, considerou-se que a criação desta empresa/unidade de produção seria um passo de extrema necessidade pois colocaria o grupo numa posição vantajosa de mercado, uma vez que existem grandes barreiras à entrada nesta indústria (nomeadamente o *know how* e a capacidade de investimento).

A empresa iniciou a sua atividade em Abril de 2005, numas instalações já existentes e que têm vindo a ser melhoradas e modernizadas desde a sua aquisição, tornando-se numa das mais modernas fábricas de transformação de pescado a nível nacional. Estando em constante renovação a *Mar Lusitano* consegue manter o seu licenciamento ativo e com autorização para a transformação de bacalhau e espécies afins, segundo a Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) e a Direção Geral de Agricultura e Pesca.

O grupo passou da sobrevivência, devido à dependência de terceiros, a um grupo de competitividade extrema dado que o acesso à matéria-prima é direto da fonte que detém as quotas de pesca e a transformação do produto é efetuada intra-grupo. Isto traduziu-se em vantagem competitiva, visto que foi liberta a margem que era dada a terceiros, tendo assim total autonomia e flexibilidade para responder às mais variadas necessidades de mercado a nível mundial. De salientar que a *Mar Lusitano* é uma empresa que presta serviços e que a sua faturação é por cada quilograma processado.

A *Mar Lusitano* conta com um controlo rígido e constante na qualidade dos seus produtos, garantindo a expedição e o consumo de um produto com elevados níveis de segurança, paladar e nutrição (Mar Lusitano, 2012).

Há sensivelmente 4 anos a empresa decidiu optar por um sistema de informação integrado que pudesse dar informação em tempo real, o que permite tomar decisões de produção e definir estratégias com maior rapidez. Para além disso, permite um melhor controlo da rastreabilidade dos lotes, fornecendo informação às entidades fiscalizadoras e a outros interessados quando o solicitam.

Em meados de 2012 iniciou-se a especificação de requisitos segundo as normas NP EN ISO 22000 e NP EN ISO 9001. A NP EN ISO 22000 especifica requisitos para um sistema de gestão alimentar em que uma organização, que opere na cadeia alimentar, necessita de demonstrar a sua aptidão para controlar os perigos para a segurança alimentar, de modo a garantir que um alimento é seguro no momento do consumo humano. Os sistemas de segurança alimentar mais eficazes são estabelecidos, operados e atualizados dentro do quadro de um sistema de gestão estruturado e integrado nas atividades globais de gestão da organização. Isto proporciona o máximo benefício para a organização e para as partes interessadas. Esta norma foi alinhada com a ISO 9001, de forma a melhorar a compatibilidade entre as duas normas. Espera-se obter a certificação ainda no ano 2015.

Atualmente a atividade da empresa incide em três ramos de produção distintos: a transformação de bacalhau salgado verde (BSV), a transformação de bacalhau salgado seco (BSS) e a transformação de bacalhau demolido ultracongelado (BDUC).

Uma característica que difere a *Mar Lusitano* das outras empresas vizinhas é a de privilegiar o conceito “Família” promovendo atividades culturais e desportivas entre os seus funcionários, nomeadamente descidas de caiaque, piqueniques, passeios de bicicleta, torneios de futebol. E tem inclusive um pequeno ginásio.

2.1.3. Organograma

O organograma da empresa pode ser visualizado na Figura 2. A organização divide-se em seis departamentos, todos eles cruciais para o correto desempenho das funções da empresa. O departamento de recursos humanos permite selecionar, gerir e encaminhar os colaboradores da organização em prol dos objetivos e metas da empresa. O departamento de compras é fundamental para o foco no volume de recursos, sobretudo financeiros, obtendo-se os materiais certos, nas devidas quantidades, a preços vantajosos. O departamento de contabilidade é um grande instrumento que auxilia a administração a tomar decisões. Na verdade, este recolhe todos os dados económicos, mensurando-os monetariamente, registando-os e resumindo-os em forma de relatórios que contribuem de sobremaneira para a tomada de decisões. O departamento comercial é uma área vital para o sucesso ou fracasso de uma empresa, pois atua diretamente no contacto com o cliente. Este precisa de estar preparado e atuar de acordo com os objetivos da empresa, pois é sempre necessário marcar a diferença no mercado, visto que todas as empresas já possuem um produto ou serviço de qualidade. O departamento da manutenção é extremamente importante para o apoio e resolução atempada dos problemas que surgirem nos equipamentos necessários à produção. O departamento de produção é o sector nuclear da organização, onde se desenvolvem todas as atividades referentes ao processo produtivo e subdivide-se em 5 secções: a secção da escala, do seco, do corte, da demolha e vidragem e a secção do embalamento. É na secção de embalamento que vai decorrer o estudo deste projeto.



Figura 2 – Organograma da empresa *Mar Lusitano*

2.2. Processo produtivo da empresa

Antes de mais, convém referir que a empresa não faz encomendas de peixe, pois esta é apenas prestadora de serviços. O cliente que pretende usufruir dos serviços da *Mar Lusitano*, encarrega-se de “colocar” o peixe na empresa, tratando do transporte, seja transporte próprio ou transportadora. Apenas é exigido que se satisfaçam as condições necessárias para o transporte desta matéria-prima.

O bacalhau pode entrar em diferentes estados físicos e sair em diferentes estados físicos, consoante o serviço pretendido pelo cliente. Assim, o processo completo de transformação de bacalhau é apresentado de forma dividida em três subprocessos de modo a facilitar a sua explanação:

- ❖ Processo de transformação em bacalhau salgado verde (BSV) – Anexo 1;
- ❖ Processo de transformação em bacalhau salgado seco ou semi-seco (BSS) – Anexo 2;
- ❖ Processo de transformação em bacalhau demolido ultracongelado (BDUC) – Anexo 3;

Os processos anteriores estão ilustrados nos Anexos 1, 2 e 3, respetivamente, no entanto apenas o processo de bacalhau DUC será explicado mais pormenorizadamente, uma vez que este produto é depois embalado na secção de embalagem (secção em estudo).

2.2.1. Processo de transformação em BDUC

A partir da salga (ver Anexo 1), o processo divide-se, consoante o produto final desejado (bacalhau salgado seco ou bacalhau demolido ultracongelado). No caso do bacalhau demolido ultracongelado, depois da fase da salga este segue para o corte.

❖ Corte:

O bacalhau salgado verde é sujeito à operação de corte quando se pretende produzir lombos, postas ou pedaços. Ao produto poderá ser tirada a pele e a espinha, para formar um tipo de produto muito específico: lombinho sem pele e sem espinha ou o mesmo poderá ser desfiado (separação longitudinal das fibras musculares).

O corte é um processo muito importante relativamente ao rendimento do peixe. Ou seja, um corte melhor ou pior pode fazer diferença no aproveitamento do bacalhau. O tipo de corte que o peixe sofre depende do tamanho do peixe e do produto final que se pretende. De seguida, são apresentados dois processos de corte com máquinas diferentes, o corte com máquina de discos e o corte com porcionadora.

No caso do corte na máquina de discos (Figura 3), o peixe é posicionado e introduzido na máquina a um ritmo constante. Após o corte são separadas as diferentes partes do peixe colocando-as em tinas e/ou numa mesa de apoio para entabuleirar (preparação para o processo de demolha). A colocação do peixe para corte é feita com alinhamento dos raios laser. Aqui são feitos cortes

longitudinais produzindo badanas salgadas verdes (abas laterais) que caem para dentro de uma paleta com sal. As badanas podem seguir para embalagem, produção de migas ou cortadas para posterior demolha e ultracongelação. A máquina implica a necessidade de uma operadora para alimentar a mesma. O peixe é colocado inteiro de maneira a que o cachaço seja a primeira parte a entrar. No entanto, o peixe também poderá ser colocado inteiro transversalmente para se produzir determinado tipo de postas que seguirão para a etapa seguinte que é a demolha. De referir que para o processo de corte também pode ser utilizado bacalhau salgado seco sortido que não esteja muito conforme para produto final como bacalhau salgado seco.

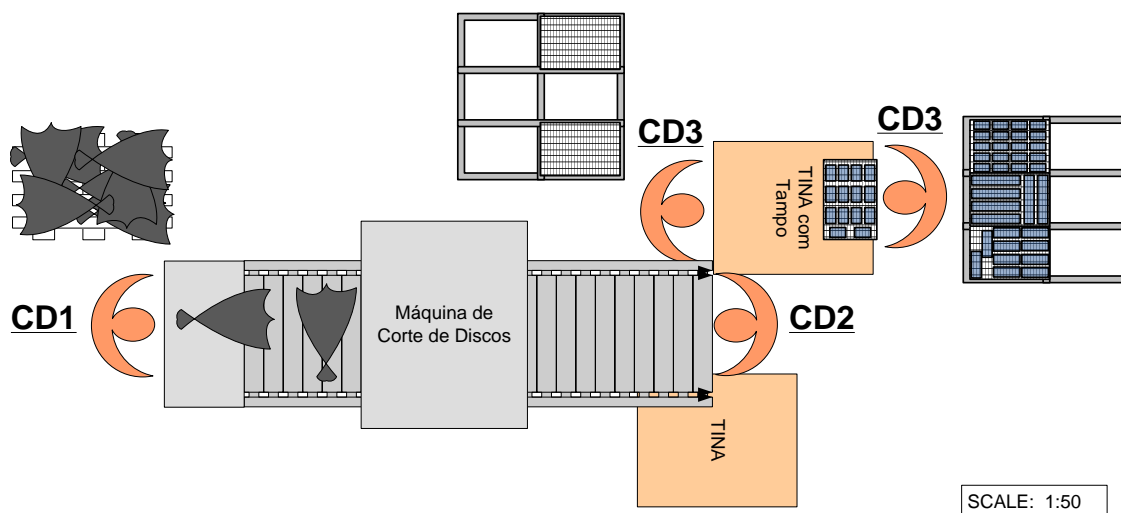


Figura 3 – Corte com máquina de discos.

No caso do corte na porcionadora (Figura 4), é necessário assegurar o bom e contínuo funcionamento da mesma. Após o corte são separados os diferentes pedaços cortados do peixe, de acordo com o seu tipo/tamanho sendo colocados em tinas e/ou numa mesa de apoio para entabuleirar (preparação para o processo de demolha). Devem-se colocar as postas de forma adequada dentro das cestas. O pescado que fica depois da remoção das barbatanas passa por uma lâmina que faz novos cortes transversais de forma a produzir cachaços (que podem seguir para desfiar), lombos, postas do rabo, postas do umbigo e rabos.

Depois do corte, o bacalhau sai da porcionadora e segue para um tapete rolante, onde se encontram operadoras que irão limpar, com o auxílio de facas, as postas de bacalhau cortadas de diferentes formas, separá-las para cestos consoante a sua espessura e colocá-las em gaiolas de forma a atingirem um teor de salinidade semelhante durante o processo de demolha.

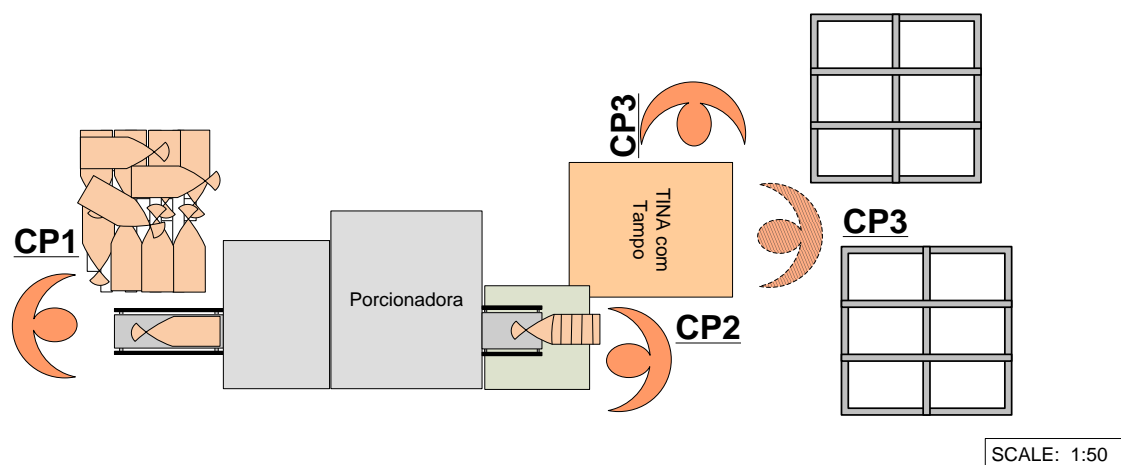


Figura 4 – Corte com máquina porcionadora

❖ Demolha

Como vimos anteriormente, os produtos obtidos no corte são colocados em cestos, e estes em gaiolas que serão depois colocados em tanques devidamente higienizados, com água potável refrigerada entre os 4°C a 8°C para que a dessalga aconteça em perfeitas condições. As gaiolas com o bacalhau são pesadas com o auxílio de uma balança e identificadas com o produto, com o lote, o peso bruto e o número de cestos. O tempo de dessalga é variável, pois depende da espessura dos produtos. Assim, os tempos de demolha não são fáceis de estabelecer, dado que o bacalhau não é um produto homogêneo. Daí a importância do teste de salinidade. A salinidade do produto final deve variar entre os 4,08 a 5,5g/100g (Decreto-Lei nº25/2005 de 28 de Janeiro). Se os valores de salinidade forem superiores a 5,5g/100g o produto não será congelado e terá de ficar mais tempo na demolha. No final do processo, as gaiolas são retiradas dos tanques e seguem para ultracongelar no túnel de congelação. Ao movimentar as gaiolas por cima dos tanques é necessário ter cuidado para não contaminar o produto dos diferentes ciclos de demolha.

❖ Ultracongelção e vidragem

Após a demolha do bacalhau, as grades são retiradas dos tanques, escorridas e depois são pesadas. De seguida o peixe é colocado no túnel de congelação, onde os tempos de congelação variam dependendo do produto em questão.

A vidragem do produto serve como proteção do mesmo, permitindo prevenir situações de choque térmico e desidratação do produto. Logo, garante uma camada isolante protetora entre o bacalhau e o meio ambiente, impedindo a desidratação (perda de água da massa corporal do pescado) e a oxidação (reação química do pescado com o oxigénio da atmosfera da câmara), durante o processo de armazenamento em frio. Neste processo, um operador começa por colocar o peixe na máquina de vidragem e vai encaminhando os cestos vazios para a máquina de lavagem. Outro operador deve controlar a saída da máquina de vidragem e fazer as movimentações necessárias para o normal funcionamento do processo. Para além disso, deve controlar estatisticamente a percentagem de vidragem ganha durante o processo, pesando as postas de uma cesta antes e depois da vidragem. Para que este processo seja eficiente, a

temperatura da água da vidragem deverá estar entre 0°C e 1°C, no entanto o ótimo será o mais próximo de 0°C, de forma a haver uma maior absorção de água por parte do peixe.

Aquando a saída dos túneis de ultracongelação, as peças de bacalhau saem com um aspeto baço e esbranquiçado devido à ação do azoto líquido. Assim, a vidragem garante ainda, um aspeto mais apazível, dando-lhe brilho com a camada de água adquirida. Para o mercado nacional, a % de vidragem não tem limite superior, isto é, a percentagem de vidragem que se obtiver terá de ser descontada no peso do produto. Para o mercado brasileiro, o máximo de percentagem de vidragem estipulado é de 12%. De notar que, apesar de não serem estipulados limites mínimos de vidragem, as peças de bacalhau terão de ter uma camada visível e suficiente para que esta possa cumprir a sua função protetora.

❖ **Classificação de bacalhau ultracongelado**

Após a vidragem, o bacalhau ultracongelado pode seguir por dois caminhos, ir para armazenamento numa câmara para esse efeito ou pode seguir para classificação, de modo a ser classificado consoante os pesos pretendidos. No caso de ser feita classificação para tinas, o processo exige um mínimo de 3 operações.

Um operador deve encher e manter cheio o buffer de alimentação da classificadora, ou seja, encher uma cesta dentro da tina com o produto indicado e despejar a cesta para o buffer da classificadora. Outro operador deve manter sempre as gavetas com peixe e em funcionamento, ou seja, acionar um pedal de modo a que a classificadora fique cheia de postas e sejam colocadas nas gavetas da maneira pretendida. Outro deve substituir as tinas de peixe classificado e transportar tinas de produto por classificar. Para além disso, deve fazer guias de movimentação das tinas acabadas, transportando-as de seguida para a câmara DUC.

Esta classificadora é composta por 12 portas e tem de ser programada conforme o produto final pretendido. Quando o produto tem peso superior ou inferior ao pretendido, o produto é transportado na passadeira da classificadora para tinas. No programa da classificadora também terá de ser introduzido o valor médio da vidragem para que possa ser descontado.

Depois da classificação, o produto segue para o embalamento. Paralelamente ao embalamento automático e contínuo, ocorre um processo de formatação de embalagens que alimentam a linha do embalamento. De seguida, o produto que foi embalado é armazenado numa câmara frigorífica (-18°C) destinada a bacalhau demolido ultracongelado embalado.

❖ **Embalamento**

Na *Mar Lusitano* existem várias formas de embalamento para os diferentes produtos, consoante o pedido dos clientes:

- **Máquina de 2ª pele (postas higienizadas):**

Nesta máquina (Figura 5) é feito o embalamento de produto higienizado, ou seja postas que são envoltas, individualmente, numa película fina de plástico, que é o que se designa por “segunda pele” ou “higienizar”. No entanto, anteriormente é necessário introduzir dados na etiqueta. Estes

são o lote, a data da validade, a data da produção, o nome do produto e a percentagem de vidragem. É necessário, ainda, ajustar os parâmetros de temperatura, velocidade de corte da máquina de higienizar e ligar a máquina 15 minutos antes para que o forno aqueça.

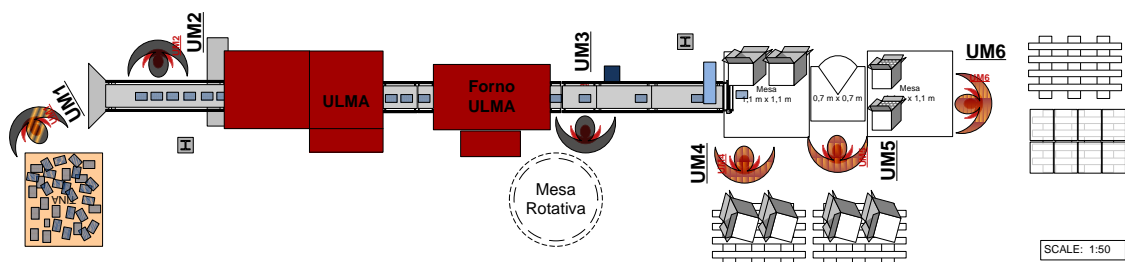


Figura 5 – Máquina de 2ª pele - ULMA (postas higienizadas)

Neste caso, podem ser necessárias 5 ou 6 operadoras. Uma a fornecer o produto necessário para o correto funcionamento da linha, ou seja, pegar no produto do interior da tina e colocá-lo no início do tapete da ULMA (máquina de higienizar). Outra operadora deve manter a ULMA em funcionamento dando uma distância adequada entre unidades e deve verificar frequentemente se a 2ª pele está a ser bem aplicada e proceder, se necessário, a ajustes na velocidade, temperatura e distância entre produtos. Outra operadora deve controlar a correta aplicação da 2ª pele e garantir um fluxo contínuo à saída do forno. Esta operadora deve colocar-se à saída do forno e verificar a aplicação da 2ª pele produto a produto, deve colocar novamente o produto na linha com a face a etiquetar para cima e retirar os produtos não conformes que serão devolvidos à operadora que alimenta a máquina. Outra operadora deve controlar a aplicação de etiquetas. Assim, depois da etiquetagem deve verificar o estado geral da etiqueta e pressioná-la para garantir a sua correta aplicação e verificar se o produto tem o peso pretendido, retirando os produtos não conformes para uma caixa adequada. Outra operadora deve acertar as caixas finais com os pesos e as quantidades corretas, ou seja, deve colocar uma caixa previamente cheia em cima da balança e acertar o peso da caixa conforme indicado. Depois deve colocar a caixa numa mesa ao lado para que outra operadora feche as caixas e as empilhe numa paleta. Para além disso, esta última operadora deve colar a etiqueta de identificação e deve fazer as guias de movimentação/detalhes das paletes acabadas.

- **Máquina de 2ª pele (caixas de 1kg/caixas de 2 kg/cuvetes):**

Esta máquina (Figura 6) é a mesma que foi referida anteriormente para as postas higienizadas (Figura 5), simplesmente muda a disposição e o número de operadores a trabalhar.

Neste caso, podem ser necessárias 7 ou 8 operadoras. Duas ou três operadoras a colarem etiquetas nas caixas para serem colocadas à disposição da operadora 2. A operadora 2 deve manter a ULMA em funcionamento, alinhando as caixas sem espaçamento entre si. A caixa deve ser pousada no tapete de entrada da ULMA sempre no mesmo sentido e com a etiqueta virada para cima. Outra operadora deve controlar a aplicação da 2ª pele e garantir um fluxo contínuo à saída do forno, ou seja deve colocar-se à saída do forno e, caixa a caixa, verificar se a 2ª pele está aplicada corretamente. Seguidamente, duas operadoras embalam as caixas de 1kg, 2kg ou as cuvetes em caixas master. Assim, frente a frente, estas fazem pequenos montinhos de 3 ou 4

caixas e depois devem pegar nestas e empilhar dentro de uma caixa master. De seguida, devem colocar as caixas numa mesa ao lado para que outra operadora feche as caixas e as empilhe numa paleta. Para além disso, esta última operadora deve colar a etiqueta de identificação e deve fazer as guias de movimentação/detalhes das paletes acabadas.

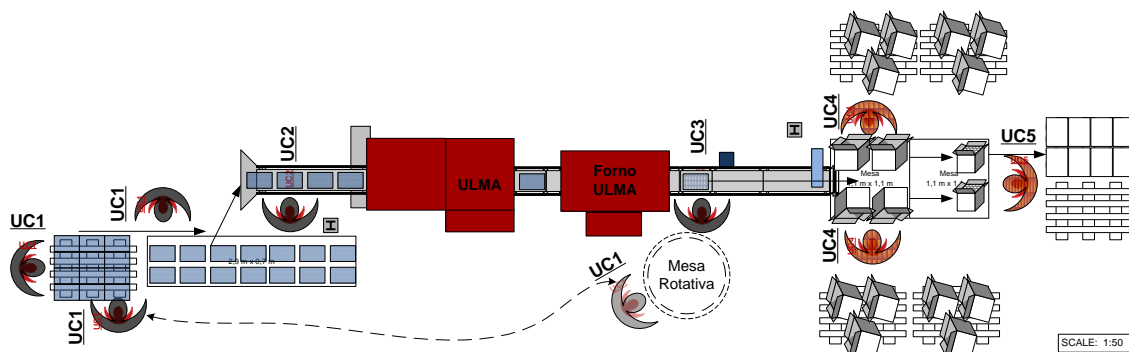


Figura 6 – Máquina de 2ª pele (caixas de 1kg/ caixas de 2kg/ cuvetes)

- **Classificadora + embalagem:**

Neste caso, temos uma classificadora de 12 portas para a pesagem do produto pretendido (Figura 7). Ao mesmo tempo, procede-se ao embalagem de caixas de produto. Neste caso, podemos ter duas situações, embalagem de caixas com menos de 2kg e embalagem de caixas com mais de 2kg. A diferença encontra-se no número de operadores no posto 3, que em vez de serem 2 passam a ser 3, no caso do embalagem de caixas com menos de 2kg.

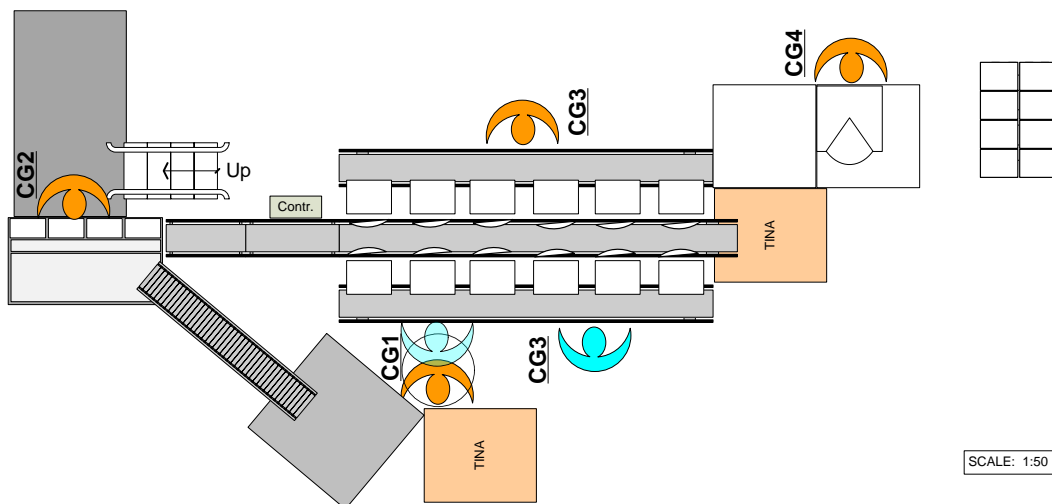


Figura 7 – Classificadora de 12 portas

Neste processo são necessárias 5 operadoras. Uma para encher e manter cheio o buffer de alimentação da classificadora, ou seja, encher uma cesta com o produto que se encontra na tina e despejar a cesta para o buffer da alimentação. Outra deve manter sempre as gavetas da classificadora com peixe e em funcionamento, para separação do peixe em diferentes tipos. Para tal deve acionar o pedal do lado direito até que a mesa da classificadora fique cheia de postas e colocar as postas nas gavetas da maneira pretendida. No caso de algumas postas não terem o

peso para preencher uma gaveta, estas seguem na passadeira com destino a uma tina que se encontra no final da mesma.

No caso do embalamento de caixas com menos de 2kg, três operadoras e, quando disponível a operadora do posto 1, e no caso do embalamento de caixas com mais de 2kg, duas operadoras e quando disponível a operadora do posto 1 devem manter as portas livres (e sem luz vermelha) e devem ordenar o peixe corretamente dentro das caixas. Outra operadora deve colocar as caixas, caixa a caixa, na balança e avaliar se o peso está ou não dentro do intervalo pretendido. Depois, deve colocar as caixas empilhadas para que outra operadora feche as caixas e as empilhe numa palete. Para além disso, esta última operadora deve colar a etiqueta de identificação e deve fazer as guias de movimentação/detalhes das paletes acabadas.

- **Embalamento na multicabeçal (sacos/cuvetes):**

Por norma, a linha de embalamento na multicabeçal (Figura 8) é usada para embalamento de migas, caldeirada, postinhas, lombinhos e outros produtos de calibre pequeno.

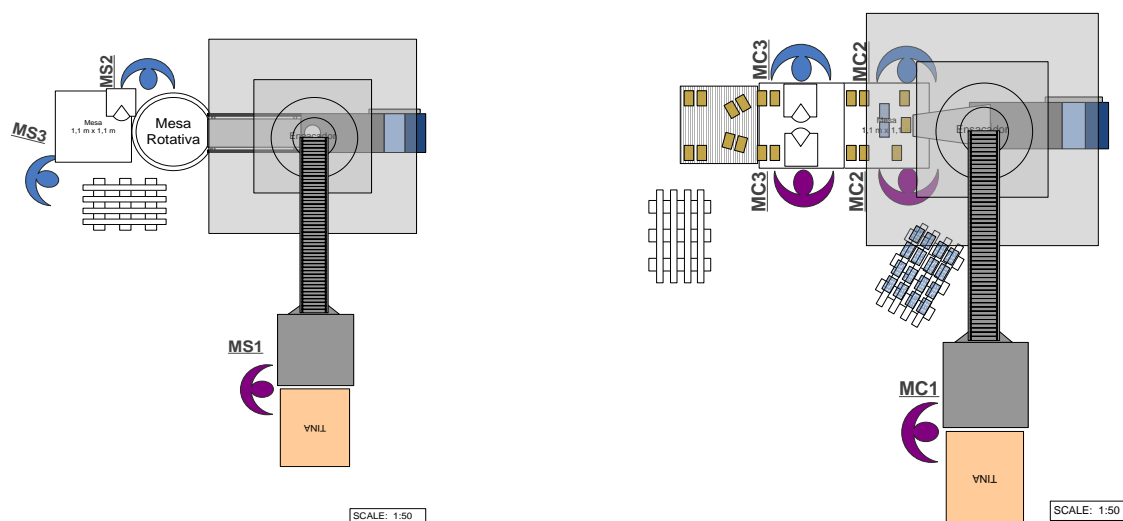


Figura 8 – Embalamento de sacos (lado esquerdo) e cuvetes (lado direito) na multicabeçal

As migas podem ser embaladas em sacos de 1kg ou em cuvetes de 400g. No caso dos sacos de 1kg, estes são formados na máquina onde é estampada a etiqueta com a identificação e características do produto, lote, data de produção e data de validade. As migas que saíam da vidragem são transportadas e colocadas num tapete que alimenta a máquina. Neste processo são necessárias 3 ou 4 operadoras. Uma para encher e manter cheio o buffer de alimentação da multicabeçal, que deve encher uma ou duas cestas com o produto que se encontra na tina e despejar a cesta para o buffer de alimentação. Outra para controlar o bom funcionamento da máquina e avaliar o peso dos sacos. Esta deve receber os sacos vindos da passadeira de apoio e avaliar o peso na balança. Depois, consoante o necessário uma ou duas operadoras devem colocar de forma ordenada a quantidade de sacos indicada dentro de uma caixa, fechar e

empilhar as caixas. Para além disso, uma das operadoras deve fazer as guias de movimentação/detalhes das paletes acabadas.

❖ **Etiquetagem**

Todas as embalagens têm de ser rotuladas com uma etiqueta, seja na posta higienizada, nos sacos, nas cuvetes e nas caixas, como já se verificou anteriormente. A etiqueta é colocada na própria embalagem e é um dos itens fundamentais na cadeia do produto, pois nesta deve constar toda a informação sobre o produto, de forma clara e explícita. A validação das etiquetas fica a cargo do responsável de produção.

O consumidor no ato da compra deve estar na posse de toda a informação necessária, para que adquira o produto de acordo com o pretendido. Os itens fundamentais que deverão constar no rótulo são:

- Denominação do produto;
- Data limite de consumo (validade);
- Lote, para o rastreio, caso seja detetada alguma anomalia;
- País de origem;
- Origem de captura do pescado;
- A empresa responsável pela embalagem e pela comercialização;
- Forma de apresentação.

❖ **Detetor de metais**

Todos os produtos das diferentes linhas de embalamento passam pelo detetor de metais, que alerta a presença de qualquer tipo de metal que se possa encontrar no produto. O produto que indiciar a presença de metais é retirado e verificado visualmente. Caso o metal seja visualizado é retirado e o produto passa novamente pelo detetor de metais e caso esteja conforme segue para embalamento. Quando não é possível remover o metal do produto, este é rejeitado.

❖ **Paletização/filmagem/armazenamento/expedição**

A paletização não é mais do que a colocação das caixas empilhadas em paletes.

Depois da palete completa com a quantidade exigida pelo cliente, é necessário filmá-la, isto é revesti-la com filme de plástico estirável e retrátil. Esta operação pretende proteger e acondicionar melhor as embalagens. Após a filmagem da palete, é colocada uma etiqueta de identificação da palete, com o respetivo lote, data de produção, data de validade, número de caixas e peso, para que possa ser armazenado. O armazenamento é feito em câmaras de conservação, que manterão o produto a temperaturas inferiores a -18°C. As temperaturas das câmaras são controladas continuamente por computador e os registos impressos são verificados e arquivados semanalmente. Estas câmaras encontram-se junto à expedição, para posteriormente serem expedidas consoante as encomendas que foram feitas pelos clientes. Antes de serem colocadas as paletes no contentor ou no camião, deve ser verificado se este se encontra devidamente higienizado.

3. Revisão da literatura

3.1. Evolução da Ergonomia

Durante a segunda Guerra Mundial, diversos profissionais de três áreas das ciências, nomeadamente das ciências exatas (engenheiros, matemáticos, estatísticos, etc.), sociais (psicólogos, etc.) e biomédicas (médicos, antropologistas, etc.), num esforço multidisciplinar, trabalharam em conjunto com o objetivo de desenvolver soluções para os problemas de operação de aparelhos militares caros e complexos, como submarinos, aviões, aparelhos de comunicação, entre outros. Assim, a ergonomia teve a sua origem entre 1939 e 1945, durante a segunda Guerra Mundial (Peinado & Graeml, 2007). O vocábulo ergonomia, cada vez mais familiar e de uso corrente, foi criado porque houve necessidade de uma palavra que exprimisse o estudo científico do homem e do seu trabalho. Foi adaptado oficialmente em 1949, aquando da criação da primeira sociedade de Ergonomia – Ergonomic Research Society (ERC) (Fanger, 1972).

A ergonomia tem sido estudada e entendida de maneiras diferentes. Por isto, alguns estudiosos definem-na como disciplina e outros como especialidade. Como disciplina, centra-se na compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, como especialidade, aplica princípios, teorias, dados e métodos a projetos que visam otimizar o bem-estar humano e a performance global dos sistemas (Peinado & Graeml, 2007). Na sua atividade o ser humano interage com os diversos componentes do sistema de trabalho, nomeadamente, com os equipamentos, instrumentos e mobiliários, formando interfaces sensoriais, energéticas e de postura, com a organização e o ambiente, formando interfaces ambientais, cognitivas e organizacionais (Figura 9). O ser humano, com o seu organismo e a sua mente realiza essas interações de forma sistémica, cabendo à ergonomia modelar essas interações e encontrar formas de adequação para o desempenho confortável, eficiente e seguro face às capacidades, limitações e demais características da pessoa em atividade (Vidal, 2000).

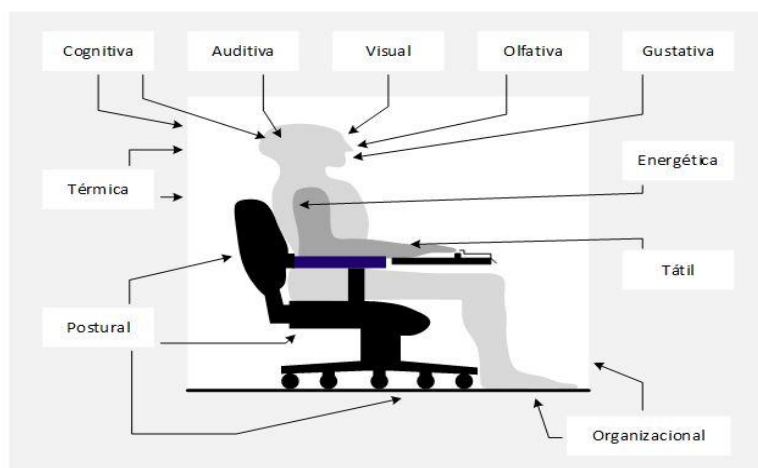


Figura 9 – Ergonomia como uma tecnologia de interfaces (retirado de Vidal, 2000)

A ergonomia tem um vasto campo de atuação, desde o conforto/ desconforto físico (articulações, nervos, músculos, tendões, ossos, etc.); aos processos mentais (percepções, memória, raciocínio) até aos processos ambientais que poderão perturbar a audição, visão, conforto, entre outros (APERGO, 2007). A ergonomia também é importante, na definição de tarefas, para que estas sejam eficazes e tenham em conta as necessidades humanas (ISO 8996, 2004). Estas necessidades podem ser pausas para descanso, turnos ou outros (conceção de ambientes de trabalho, tendo em conta a iluminação, temperatura, ambiente, entre outros) e tem como objetivo satisfazer as necessidades dos utilizadores e das tarefas executadas (Castillo & Villena, 2005). Segundo Lida (2005), os objetivos da ergonomia prendem-se com a segurança, a satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas produtivos.

Com o avanço da investigação na área de Ergonomia, verificou-se a necessidade de avaliar o efeito do “clima” nos postos de trabalho e no ser humano (trabalhador) (Krüger & Dumke, 2001). As primeiras investigações que se dedicaram ao estudo desta relação, surgiram no século XIX, tinham como finalidade melhorar os níveis de produtividade industrial (Markov, 2002). O facto de a *International Organization for Standardization* (ISO) publicar normas reguladoras relativas ao conforto térmico realçou a importância que deve ser dada a esta temática em contexto laboral de forma a proteger a saúde dos trabalhadores. Normalmente, são considerados três tipos de efeitos do ambiente físico nas pessoas: os que afetam a saúde, o conforto ou o desempenho. Muitos estudos têm vindo a ser realizados no sentido de perceber de que forma o ambiente térmico poderá afetar o desempenho dos trabalhadores e, conseqüentemente, a produtividade. Apesar destes não serem claros nem tão pouco concordantes quanto às suas conclusões, torna-se de extrema importância proporcionar ambientes confortáveis aos trabalhadores e continuar as pesquisas neste campo.

3.2. Ambiente e conforto térmico

O conforto térmico ou as relações entre o ser humano e o ambiente têm sido percebidos, avaliados e até pesquisados desde Hipócrates no século V A.C. A torre dos Ventos na Grécia clássica, século I A.C. é um exemplo, mostrando como a direção do vento afetava o humor, e conseqüentemente, o conforto dos indivíduos (USP, 2011). Ao longo do tempo, vários estudos foram desenvolvidos, inter-relacionando o clima, a zona geográfica e a saúde do ser humano, em prol do bem-estar do mesmo. Os primeiros esforços organizados para estabelecer índices de conforto térmico foram realizados nos Estados Unidos da América no período de 1913 a 1923 (USP, 2011). O número de horas de trabalho, as regras de contrato e ambientes menos poluídos passaram a ter mais importância na era industrial, uma vez que jornadas de 12 horas ou mais, em ambientes muito quentes ou muito frios, geravam tantos problemas, que a classe empresarial percebeu que não era aliciante nem lucrativo. Com isto, a eficiência no trabalho, tanto físico como intelectual, passou a ser tema de grande importância. Desde então, têm-se procurado melhorar as condições ambientais dos trabalhadores. O surgimento de ambientes com ar condicionado foi um exemplo para a melhoria do conforto térmico dos trabalhadores. Este assunto tem vindo a ser estudado em diferentes partes do mundo e têm sido propostos vários métodos para a avaliação de conforto térmico. O método mais conhecido e amplamente aceite é o *Predicted Mean Vote*

(PMV) ou Voto Médio Estimado (VME), que foi desenvolvido pelo professor dinamarquês Fanger e publicado em Fanger (1970).

O ambiente térmico desempenha um papel importante na melhoria das condições de trabalho, bem como na qualidade de vida (Miguel, 2010). De acordo com a *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditions* (ASHRAE), o conforto térmico pode ser definido como “o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico” (ISO 7730, 2005). Mas esta definição implica um certo grau de subjetividade e pressupõe a análise de dois aspetos: aspetos físicos (ambiente térmico) e aspetos subjetivos (estado de espírito do indivíduo). A satisfação de todos os indivíduos, inseridos num ambiente térmico é uma tarefa “quase” impossível, pois um ambiente termicamente confortável para uma pessoa pode ser desconfortável para outra. Logo, o ideal seria a criação de um ambiente térmico que satisfaça o maior número de pessoas. De acordo com a norma ISO 7730 (2005), o desconforto térmico pode ser causado por um ambiente frio ou quente e por um desconforto térmico localizado numa parte específica do corpo. Este desconforto pode causar uma redução significativa do desempenho.

O conforto térmico é obtido quando um indivíduo está numa condição de equilíbrio com o ambiente que o rodeia (temperatura do corpo humano aproximadamente constante, próxima de $37,0^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), o que significa que é possível a manutenção da temperatura dos tecidos constituintes do corpo, num domínio de variação estrito, sem que haja um esforço adicional. Esta é a situação ideal, que corresponde a um ambiente neutro ou confortável. Fora deste ambiente pode haver alterações fisiológicas no ser humano. É necessário assegurar que os trabalhadores não se deparam com situações de desconforto térmico, uma vez que daqui resultam riscos desnecessários. Em condições de extremo desconforto térmico os trabalhadores podem revelar diversos efeitos físicos e psicológicos, tais como fadiga e diminuição da capacidade mental (Costa *et al.*, 2011).

A exposição das pessoas a diferentes ambientes térmicos resulta, da mesma forma, em diferentes efeitos fisiológicos e psicológicos. Assim, existem efeitos específicos em ambientes térmicos quentes (fundições, cerâmicas, padarias, indústria vidreira, etc.) e em ambientes térmicos frios (armazéns frigoríficos, atividades piscatórias), não esquecendo os moderados (escritórios). As mudanças bruscas de temperatura de um ambiente quente para um ambiente frio provocam alterações no desempenho dos trabalhadores, sendo simultaneamente prejudiciais à sua saúde. As condições mais preocupantes, e que importam analisar, ocorrem em ambientes térmicos quentes ou frios (Dias, 2013).

O ambiente térmico pode ser designado como o conjunto das variáveis térmicas que influenciam as trocas de calor entre o ser humano e o meio onde este se insere. Assim sendo, em contexto laboral, estas variáveis referem-se ao posto de trabalho, podendo influenciar o organismo do trabalhador tanto a nível da saúde e do bem-estar, como do desempenho e da produtividade. Por outro lado, segundo a ASHRAE (2004), o ambiente térmico é designado como as características do ambiente que afetam a perda de calor de uma pessoa. Por sua vez, Yao *et al.* (2007) afirmam que a complexa interação da temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e humidade faz o ambiente térmico humano.

A ISO desenvolveu várias normas com índices específicos para diferentes ambientes térmicos (Parsons, 2003 citado em Oliveira, 2006), os quais podem ser verificados na Figura 10. Para ambientes térmicos quentes pode-se falar na ISO 7243 (1989) (índice WBGT), na ISO 7933 (1989) (SWreq) e na ISO 9886 (2004) (Fisiologia). Para ambientes térmicos moderados pode-se falar na ISO 7730 (2005) (índice PPD/PMV), na ISO 10551 (1995) (escalas subjetivas) e na ISO 9886 (2004) (Fisiologia). Para ambientes térmicos frios pode-se falar na ISO TR 11079 (1993) (IREQ) e na ISO 9886 (2004) (Fisiologia) (Oliveira, 2006).

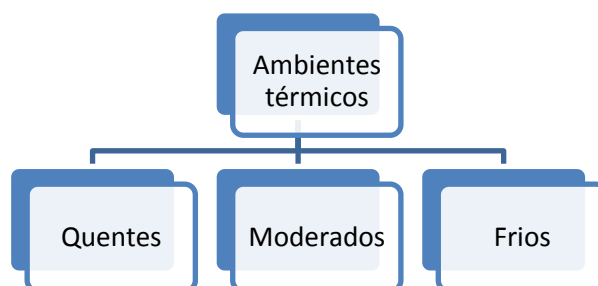


Figura 10 – Ambientes térmicos diferentes (retirado de Oliveira, 2006)

Enquanto a ISO refere 3 ambientes térmicos, segundo Lamberts (2011) os ambientes térmicos estão divididos em dois tipos:

- O ambiente térmico quente, quando o organismo humano tem necessidade de acionar meios de luta contra o calor (*stress* térmico provocado pelo calor);
- O ambiente térmico frio, quando o organismo humano tem necessidade de desencadear mecanismos de luta contra o frio (*stress* térmico provocado pelo frio).

Estes ambientes térmicos são explicados na subsecção que se segue.

3.2.1. Ambiente térmico quente

As temperaturas excessivas (muito quente ou muito frio) constituem um fator de “*stress*” para o organismo de um ser humano, podendo originar no mesmo, perturbações de ordem física e patológica. Ou seja, trabalhos que necessitem de maior esforço (mais pesados), requerem temperaturas mais baixas e maior ventilação enquanto outro tipo de trabalhos (mais leves) que sejam realizados nas mesmas condições podem tornar-se difíceis de suportar. Um dos aspetos a ter em conta é, sem dúvida, a sobrecarga térmica que se relaciona com a exposição do ser humano a ambientes com temperaturas extremas (Miguel, 2010).

A subida da temperatura acima da zona de conforto térmico pode começar a provocar problemas, de natureza subjetiva e de natureza fisiológica, até atingir o limite físico de tolerância. Quando o calor cedido pelo organismo ao meio ambiente é inferior ao calor recebido ou produzido pelo metabolismo total (metabolismo basal + metabolismo de trabalho), o organismo tende a aumentar a sua temperatura e pode entrar em hipertermia. A subida da temperatura acima da

zona de conforto, começa a provocar problemas de natureza psicológica (incómodo, mau estar), psicofisiológica (aumento da sobrecarga do coração) e patológica (agravamento de doenças).

Algumas consequências da exposição a calor excessivo poderão ser golpe de calor (exposição prolongada ao calor e que pode colocar a vida em perigo), esgotamento por calor (exercício excessivo que pode levar a debilidade de uma ou várias funções), desidratação (perda excessiva de água que pode levar a sede e até a câibras musculares, no caso de fadiga), déficit de sal (perda excessiva por transpiração, o que leva a falta de cloreto de sódio no organismo), câibras por calor (reflexo do sistema nervoso), erupção na pele (lesão avermelhada da pele), anidrose (redução ou ausência da secreção de suor), deficiência congénita das glândulas sudoríparas (deficiência que afeta o órgão do corpo secretor de suor), queimaduras solares (devido às radiações ultravioletas que leva a lesão nos tecidos), fadiga térmica (diminuição da capacidade de rendimento por redução do potencial de energia), cataratas (que leva a uma diminuição progressiva da visão), maior incidência de doenças cardiovasculares e perturbações gastrointestinais e maior suscetibilidade a outras doenças.

Independentemente dos resultados de uma avaliação mais rigorosa, existem algumas medidas de carácter geral com a finalidade de se minorar o *stress* térmico quente que se podem adotar, nomeadamente:

- A regulação da temperatura e a renovação do ar devem ser feitas em função dos trabalhos executados e mantidas dentro de limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores;
- Quando, por diversos condicionalismos, não for possível ou conveniente modificar as condições de temperatura e humidade, deverão ser adotadas medidas tendentes a proteger os trabalhadores contra temperaturas e humidades prejudiciais, através de medidas técnicas localizadas ou meios de proteção individual ou, ainda, pela redução da duração dos períodos de trabalho no local;
- Nos locais de trabalho onde a temperatura é elevada, devem ser colocadas barreiras, fixas ou amovíveis, de preferência à prova de fogo, para proteger os trabalhadores contra radiações intensas de calor. Devem, ainda, ser fornecidos equipamentos de proteção individual, tais como luvas, aventais, fatos, etc., e deverá ser previsto o fornecimento de bebidas para evitar a desidratação.

3.2.2. Ambiente térmico frio

Assim como visto no item anterior para o caso de ambientes quentes, os ambientes considerados frios são aqueles caracterizados por condições ambientais que levam à condição de *stress* por frio (Holmér *et al.*, 1999). O *stress* por frio pode estar presente de várias maneiras diferentes, afetando o equilíbrio térmico de todo o corpo, assim como o equilíbrio térmico local das extremidades, a pele e os pulmões. Os mecanismos naturais de resposta ao *stress* térmico por frio

baseiam-se na adaptação de comportamento, em particular, troca e ajuste de roupa. Uma proteção suficiente permite evitar o arrefecimento corporal.

Quando o corpo se torna frio (particularmente mãos, pés e face) podem ocorrer algumas lesões, dependendo da natureza do frio e do tempo de exposição. Essas lesões resultam normalmente de uma ação local e prolongada do frio sobre zonas do corpo não protegidas ou por falhas na termorregulação (Miguel, 2010).

A hipotermia, que constitui a patologia geral devida ao frio, por falência da termorregulação, traduz-se, no início, por um arrepio generalizado, uma temperatura interna que baixa e uma pressão arterial que aumenta. Entre as lesões provocadas pelo frio distinguem-se as que envolvem congelação dos tecidos (ex.: queimaduras e enregelamento) ou somente o seu arrefecimento (ex.: frieiras). A exposição continuada ao frio pode ainda desencadear outras consequências para a saúde, nomeadamente ao nível cardiovascular e respiratório. Em termos respiratórios, a inalação de ar frio pode dar origem a episódios asmáticos, em particular quando associados a níveis de atividade moderados ou elevados (Oliveira, 2006). Existe, ainda, a evidência que a exposição crónica ao frio pode estar associada a ocorrência de lesões músculo-esqueléticas, sendo considerado um grande fator de risco em caso de exposições moderadas (Aasmoe *et al.*, 2008). Os movimentos finos dos dedos e das mãos podem também sofrer uma deterioração apreciável, mesmo com níveis moderados de exposição (Holmér, 2000).

As exposições prolongadas a baixas temperaturas podem provocar algumas consequências, designadamente:

- Enregelamento – consiste no congelamento de tecidos devido a exposição a temperaturas muito baixas ou ao contacto com superfícies muito frias, existindo uma evolução progressiva que vai da dormência ao enregelamento e mesmo à morte;
- “Pé das trincheiras” – lesão provocada pelo frio que acontece quando um pé permanece húmido, envolto em meias ou botas e frio durante vários dias. O pé torna-se pálido, húmido e frio, e a circulação diminui. Se não for tratado, pode produzir-se uma infeção. O tratamento consiste em aquecer, secar e limpar suavemente o pé. Embora raramente, este tipo de lesão pode ocorrer nas mãos;
- Frieiras – lesão cutânea causada pelo frio, mais frequentemente nos dedos, mãos e pés, com tumefação e coloração vermelho – arroxeada, que pode originar flictenas e ulcerações e é acompanhada de dor, prurido e ardor intensos;
- Diminuição da destreza manual, redução da sensibilidade – a redução da temperatura corporal é desconfortável e afeta rapidamente o desempenho no trabalho, assim como a sua segurança;
- Morte – produz-se quando a temperatura interior é inferior a 28°C por falha cardíaca.
- Reumatismo localizado – ocorre pela conjugação do frio com outros fatores, tais como vento, humidade e sal (no caso de pessoas que trabalham em atividades

piscatórias). A intervenção em locais frios e sujeito a vibrações pode originar perturbações ósseas e articulares, perda de sensibilidade e câibras dolorosas das mãos (síndrome de Raynaud).

De realçar que o frio húmido é mais desconfortável do que o frio seco, principalmente porque a humidade diminui o isolamento das roupas, com exceção da lã. Um vestuário confeccionado para este fim pode oferecer proteção contra quase todas as condições climáticas. No entanto, torna-se necessário um planeamento cuidadoso. Na escolha do vestuário devem ser tidos em consideração a proteção contra o vento e a humidade, além da evaporação do suor que se produz em todos os climas. Roupas impermeáveis não permitem a sua evaporação e, portanto, ficam húmidas internamente. Uma proteção adequada é aquela que permite a evaporação da humidade mas, não permite a penetração de chuva ou vento.

Na Tabela 1 pode-se verificar diferentes durações de *stress* por frio e seus efeitos fisiológicos.

Tabela 1 – Duração do *stress* por frio e reações associadas (Holmér *et al.*, 1999)

Duração	Efeitos fisiológicos	Efeitos psicológicos
Segundos	Respiração ofegante	Sensação cutânea, desconforto
	Hiperventilação	
	Aumento da frequência cardíaca	
	Vasoconstrição periférica	
	Aumento da pressão arterial	
Minutos	Arrefecimento dos tecidos	Redução do rendimento
	Arrefecimento das extremidades	Dor por arrefecimento local
	Deterioração neuromuscular	
	Tremores	
	Arrefecimento por contacto e convecção	
Horas	Menor capacidade para o trabalho físico	Deterioração da função mental
	Hipotermia	
	Lesões por frio	
Dias/meses	Lesões por frio sem congelação	Habito
	Aclimatização	Pequenos aborrecimentos
Anos	Efeitos crónicos nos tecidos	

Quando o calor cedido ao meio ambiente é superior ao calor recebido ou produzido por meio do metabolismo basal ou de trabalho, devido à atividade física que se exerce, o organismo tende a ficar frio. Os ambientes térmicos frios são igualmente prejudiciais para a saúde dos trabalhadores, bem como para a boa execução da sua tarefa. Algumas medidas de minimização do impacto do *stress* térmico frio passam por:

- Uma correta dieta alimentar de modo a fortalecer o organismo;
- Implementação de turnos com menor carga horária em situações onde ocorre exposição a ambientes hostis;
- Não ingestão de álcool;
- Adoção de medidas de proteção individual (luvas, vestuário térmico especial);
- A existência de locais aquecidos e confortáveis para descanso é essencial.

O trabalho em ambiente frio engloba diversas atividades industriais e laborais em diferentes condições climáticas. Na maioria dos países, o sector da alimentação exige que o trabalho se realize em condições frias, normalmente entre 2°C e 8°C para alimentos frescos e cerca de -25°C para alimentos congelados.

O *stress* por frio pode estar presente de muitas formas diferentes, afetando o equilíbrio térmico de todo o corpo, assim como o equilíbrio térmico das extremidades, a pele e os pulmões. O arrefecimento de todo o corpo ou de algumas partes do mesmo origina doenças, insensibilidade, função neuromuscular reduzida e em última instância lesões por frio. Na Tabela 2 podem ser verificados alguns efeitos esperados da exposição leve e intensa ao frio.

Tabela 2 – Efeitos esperados da exposição leve e intensa ao frio (adaptado de Holmér *et al.*, 1999)

Rendimento	Exposição leve ao frio	Exposição intensa ao frio
Rendimento manual	0 ±	±±
Rendimento muscular	0	±
Rendimento aeróbico	0	±
Tempo de reação simples	0	±
Tempo de reação consciente	±	±±
Observação, vigilância	0 ±	±
Tarefas cognitivas, mentais	0 ±	±±
0 → nenhum efeito; ± → deterioração; ±± → deterioração grave; 0± → observações contraditórias		

3.2.3. Importância da avaliação do ambiente térmico

A avaliação do ambiente de trabalho é extremamente importante pois pode proporcionar ao trabalhador de um posto de trabalho as condições apropriadas para a sua atividade, garantindo o seu bem-estar e maior rentabilidade no trabalho. Para o tipo de avaliação referido, são definidos métodos e critérios que são obtidos com base nos seguintes fatores, os de variáveis ambientais (temperatura, humidade e velocidade do ar) e os de variáveis individuais (metabolismo e vestuário). Para cada tipo de atividade deve ser estabelecido o tipo de vestuário. Para além disso, o estudo do conforto térmico tem uma forte importância económica.

Fanger (1972) veio confirmar a importância do estudo do conforto térmico e enfatizar o carácter multi e interdisciplinar desta área de estudo. A publicação de legislação relacionada com o conforto térmico, pela ISO e pela ASHRAE, reforça a importância do estudo desta temática e a obrigatoriedade de a legislar de forma a salvaguardar a saúde do trabalhador.

O controlo das variáveis meteorológicas permite a otimização do ambiente térmico e consequentemente um incremento nos níveis de produção. Várias pesquisas realizadas em laboratório e em campo têm sido desenvolvidas de forma a demonstrar a relação entre o conforto térmico e o desempenho do trabalhador. Embora os resultados destas atividades experimentais não tenham conduzido a conclusões definitivas, mostraram claramente a tendência de o desconforto reduzir o desempenho, seja proporcionado por ambientes quentes ou frios (Krüger & Dumke, 2001).

De acordo com Fanger (1970), a razão de se criar condições de conforto térmico, reside no “desejo do homem se sentir termicamente confortável”, ou seja, a satisfação humana. Além disso, o conforto térmico pode ser justificado do ponto de vista do desempenho. Embora a redução do desempenho com o calor ou frio seja ainda uma questão pouco clara ou conclusiva, conforme se pode notar no estudo realizado por Woods *et al.* (1981) numa lavandaria de um hospital nos Estados Unidos, suspeita-se que o desempenho percetivo, manual e intelectual é geralmente maior na presença de conforto térmico.

3.2.3.1. Ambiente térmico e produtividade

São várias as atividades efetuadas em ambientes quentes ou em ambientes frios e húmidos. Trabalhadores da indústria têxtil, lavandarias, siderurgia, vidro, cerâmica, fundições, entre outras indústrias, estão sujeitos a uma gama variada de temperaturas, confrontando-se diariamente com condições desfavoráveis, que representam perigos para a sua segurança e saúde. Para além dos exemplos citados, há ainda a considerar outras atividades sujeitas a este tipo de ambientes, como por exemplo a construção civil, a agricultura, a pesca, as forças de segurança e os bombeiros. Como consequências deste tipo de exposição são frequentes as alterações no comportamento e humor, aumento da distração, aumento da fadiga física, desmotivação, perda de velocidade na realização de tarefas, diminuição do grau de concentração e de precisão e aumento do absentismo. Salientam-se, ainda, outros problemas mais graves, como choque térmico, colapso térmico, desidratação e desmineralização, cujos efeitos são variados e conduzem a situações como a diminuição da capacidade mental, a diminuição da destreza e o aumento do tempo de reação (no caso da desidratação), podendo ainda causar doenças crónicas e, em alguns casos, a morte, quando na presença de choque térmico.

Deste modo, qualquer atividade humana é influenciada pelo ambiente laboral em que é desenvolvida. Os efeitos físicos causados pelo ambiente térmico podem variar com o frio, temperaturas moderadas e condições mais severas, podendo prejudicar a saúde, a segurança e também a produtividade e a atenção dos trabalhadores. Assim, o *stress* térmico nos locais de trabalho aumenta e afeta a tensão e o desempenho dos trabalhadores e a sua produtividade (Holmér, 2010). Portanto, é reconhecido que o ambiente térmico afeta a eficiência do trabalho e reduz a sua produtividade (Thomas *et al.*, 1999). A produtividade é um dos fatores mais importantes que influencia o desempenho global de uma organização, independentemente do seu tamanho (Niemelä *et al.*, 2002). Por este motivo, verifica-se um crescente interesse em entender de que forma o ambiente térmico pode influenciar a produtividade. Ambientes térmicos frios, quentes ou moderados podem desencadear reações físicas e psicológicas em qualquer ser humano. No entanto, ainda existem muitas contradições e falhas no que se refere a explicações concretas sobre as consequências do desconforto térmico na produtividade. Na verdade, o constante esforço por um ambiente de trabalho saudável e trabalhadores saudáveis é um pré-requisito para a inovação e produtividade numa economia baseada no conhecimento, ganhando cada vez mais espaço nas empresas (Dias, 2013).

O estudo da relação entre o ambiente térmico e a produtividade é complexo, uma vez que ambos os conceitos dependem de muitos fatores, entre eles, parâmetros individuais, não tendo por este motivo o mesmo efeito para todas as pessoas. Lorsch (1994), com o objetivo de determinar a relação quantitativa entre a produtividade e o ambiente térmico, demonstraram que o controle dos parâmetros meteorológicos pode ser efetuado de forma a otimizar os níveis de produtividade. A influência pessoal e humana, na avaliação da satisfação com o meio ambiente e posterior relação com o seu nível de produtividade depende de vários fatores não mensuráveis, como o seu estado psicológico, expectativas e a sua postura social no local de trabalho (Silva, 2001).

Após uma revisão exaustiva, Fox (1967 citado em Parsons, 1993) concluiu que há uma relação clara entre a temperatura das mãos e a performance manual. A vasoconstrição e a redução da temperatura dos tecidos podem provocar dormência e diminuição da destreza manual e da força. As temperaturas críticas das mãos, abaixo das quais há um declínio precipitado, são de 8°C por sensibilidade tátil e 12°C-16°C durante a destreza manual. Também Kim *et al.* (2007) referem que trabalhos de manipulação manual de cargas em ambientes severamente frios, durante períodos prolongados, conduzem a uma redução na destreza manual. Assim sendo, é importante referir que a destreza manual reduzida pode diminuir a eficiência do trabalho e a produtividade, aumentando o risco de acidentes nos ambientes de trabalho frios.

A opinião dos trabalhadores relativamente ao ambiente térmico em que se encontram normalmente é, hoje em dia, um fator importante e a ter em conta, uma vez que a sua perceção poderá estar relacionada com os seus comportamentos.

3.2.3.2. Ambiente térmico e saúde

As temperaturas elevadas têm um impacto bastante significativo no ser humano. Ao transpor-se a zona de conforto, existe uma falta de satisfação e mau estar por parte do indivíduo no espaço em que se encontra. As doenças de que este poderá vir a ser portador têm uma tendência a agravar-se (Carneiro, 2012). Temperaturas elevadas provocam vasodilatação, aumentando o caudal sanguíneo e, consequentemente, aumentam o fornecimento de oxigénio e nutrientes aos tecidos. A exposição diária a temperaturas elevadas provoca envelhecimento da pele, lesões dermatológicas e perda da elasticidade da pele precocemente. O aumento do fornecimento de oxigénio reflete-se também numa maior oxidação celular (Song & Gook-Sup, 2010 citado em Carneiro, 2012).

O aumento da temperatura vai causando uma sobrecarga cardíaca e do sistema circulatório. Exposição prolongada a altas temperaturas pode implicar transtornos psiconeuróticos, como a fadiga térmica. Algo que também tem sido alvo de preocupação é o aumento de infertilidade masculina em trabalhadores do ramo da restauração, devido aos longos períodos de exposição a altas temperaturas. Exposição essa, que pode provocar também desidratação, deficiências circulatórias e sudção insuficiente para que se dê o arrefecimento corporal, culminando, assim,

num golpe de calor ou desmaio. Podem existir também problemas de pele por erupção da mesma (DREC, 2000).

A temperatura do corpo humano normalmente encontra-se entre os 36°C e os 37°C. Quando a temperatura ultrapassa este valor, o corpo reage através da circulação de sangue para a pele. Isto faz com que a temperatura da pele aumente, e liberte para o exterior o calor em excesso. Com os músculos a produzirem trabalho, estará menos sangue disponível para circular para a pele e não é possível libertar o calor produzido. A temperatura corporal ao aumentar e ao não ser diminuída por sudação, a temperatura corporal aumenta e o trabalhador entra em *stress* térmico, segundo a *European Agency for Safety and Health at Work* (EASHW) (Carneiro, 2012).

Em zonas de desconforto existe *stress* térmico devido às condições térmicas ambientais desfavoráveis, como por exemplo excesso de calor ou de frio e ruídos que podem suscitar o risco de acidentes e provocar danos à saúde (Grandjean, 1998). No entanto, alguns estudos evidenciam a necessidade da estimulação térmica para o estabelecimento de um estilo de vida saudável a longo prazo. Apontam como estratégia de melhoria dos índices de produtividade, o aquecimento ou arrefecimento do ambiente de trabalho. Todavia, a estimulação térmica não reúne consenso na comunidade científica (Stoops, 2004).

3.2.4. Fatores primários que afetam o conforto térmico

As sensações térmicas são subjetivas, isto é, dependem das pessoas, portanto certo ambiente termicamente confortável para uma pessoa pode ser frio ou quente para outra. Assim, quando se trata informação de um grande grupo de pessoas, é impossível estabelecer condições ambientais que satisfaçam todos plenamente, ou seja, haverá sempre insatisfeitos.

A sensação de conforto térmico está intimamente relacionada com a temperatura média da pele e com a quantidade de calor perdida pelo corpo por evaporação do suor, assim uma pessoa só estará em neutralidade térmica, se o corpo o estiver no seu todo. Isto pode ser facilmente verificado, por exemplo, analisando-se o caso de uma pessoa que mesmo estando numa situação de neutralidade térmica, sente-se desconfortável quando é obrigada a ficar com as mãos submersas em água gelada. Este caso extremo mostra que a assimetria de perda de calor do corpo tem que ser limitada de forma a não comprometer o conforto térmico (Ruas, 1999).

A sensação de conforto térmico está dependente de fatores importantes para o seu desenvolvimento. Estes fatores podem ser subdivididos em fatores de variáveis individuais e fatores de variáveis ambientais. Os fatores de variáveis individuais remetem-se para o tipo de atividade exercida pelo trabalhador e o tipo de vestuário usado no seu posto de trabalho. Para cada tipo de atividade deve ser estabelecido o tipo de vestuário. Estes parâmetros podem fazer toda a diferença na sensação térmica do trabalhador. Se o vestuário não for o mais apropriado, a sensação de desconforto será evidenciada e a rentabilidade e o bem-estar do trabalhador será afetado. Posteriormente serão apresentados outros fatores, que são considerados como fatores secundários.

3.2.4.1. Variáveis ambientais

- **Temperatura do ar** – é a temperatura em torno do trabalhador (ASHRAE, 2004). Esta intervém nas trocas de calor através de convecção e é expressa em graus Celsius (°C) (Miguel, 2010). Assim sendo, e segundo Parsons (1993), é a temperatura do ar que envolve o corpo humano e que é representativa deste parâmetro do ambiente que determina o fluxo de calor entre o corpo humano e o ar. Os cuidados na medição desta variável dizem respeito à proteção do sensor contra a radiação e a inércia térmica do mesmo.
- **Humidade relativa do ar** – a humidade relativa mede a quantidade de vapor de água que existe no ar à temperatura de ponto de orvalho em relação ao máximo que o ar poderia conter à temperatura do ar e à mesma pressão. Assim sendo, é a relação entre a pressão parcial de vapor de saturação à temperatura de ponto de orvalho e a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ar. Quanto maior a humidade relativa, menor será a perda de energia sob a forma de calor do ser humano por evaporação. Uma humidade relativa alta é menos tolerada que uma humidade relativa baixa e uma massa de ar com baixa humidade relativa e baixa temperatura seca as mucosas e favorece as inflamações e bronquites. Para valores superiores a 70%, assiste-se a um crescimento microbiano importante e à condensação sobre as superfícies frias. Níveis baixos de humidade relativa podem estar na origem do aumento de poeiras de pequena dimensão no local de trabalho e do surgimento de determinadas bactérias com impacto no sistema respiratório (Dias, 2013).

3.2.4.2. Variáveis pessoais

As variáveis pessoais que influenciam o conforto térmico são classificadas normalmente a partir de tabelas normalizadas, e correspondem às taxas metabólicas e ao isolamento térmico do vestuário das pessoas, obtidos durante as avaliações (Grandi, 2006; Pinto, 2011)

❖ Taxa metabólica

Os animais homeotérmicos para manterem a temperatura corporal constante, independentemente da temperatura do meio externo, utilizam oxigénio e alimentos para produzir energia. O ritmo a que esta produção ocorre é designado por metabolismo. A maioria da energia produzida e da energia dissipada é mensurável sob forma de calor. Parte da energia é utilizada pelo corpo para executar trabalho mecânico.

O metabolismo é caracterizado por um conjunto de processos bioquímicos que ocorrem no organismo quando este cria tecido vivo a partir de substâncias nutritivas básicas e as transforma em energia (Rodrigues, 2007). Ou seja, no processo metabólico o homem produz energia interna a partir da transformação dos alimentos. Essa energia é consumida na manutenção das funções fisiológicas vitais (ex. o crescimento, a regeneração e o funcionamento dos órgãos do corpo, tais

como a contração dos músculos, a circulação do sangue e a respiração (Emery, 2014), na realização de atividades externas (atividade muscular), e o restante é libertado na forma de calor (Silva, 2007).

Quando o organismo está em repouso físico e intelectual, o metabolismo designa-se por metabolismo basal (Rodrigues, 2007). Estes processos bioquímicos resultam de atividades involuntárias suficientes para o funcionamento mínimo dos órgãos do organismo. Nestas condições designa-se por taxa metabólica basal, M_b , a energia produzida pelo organismo humano, por oxidação, por unidade de tempo. Ou seja, a taxa metabólica basal é a energia mínima ou a quantidade de calorias que o corpo humano utiliza, em estado de repouso, para manter as funções vitais de todos os seus órgãos como o coração, o cérebro, os pulmões, e outros (Pinto, 2011). O metabolismo basal deve ser determinado a uma temperatura do ar de 20°C, em jejum e após alguns instantes do despertar matinal (Miguel, 1998 citado em Rodrigues, 2007).

Designam-se por atividades externas, aquelas realizadas pelo indivíduo através do seu trabalho ou outra atividade, designando-se por taxa metabólica, M , a energia produzida pelo organismo nestas condições (Rodrigues, 2007). Assim, a taxa metabólica (M) corresponde à quantidade de energia libertada pelo corpo para o desempenho das atividades ou, conforme a ISO 8996 (2004), é dada como a conversão de energia química em energia mecânica e térmica, medindo o custo energético da carga muscular, resultando um índice numérico de atividade (Grandi, 2006). Assim, a taxa metabólica é representada em W/m^2 e em *met* ($1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2$) (ISO 7730, 2005), ou unidade de quantidade de calor produzido pelo organismo. Um *met* corresponde à energia produzida por unidade de área superficial do corpo por uma pessoa sentada descansando.

É necessário conhecer a energia gasta durante as atividades físicas, uma vez que a produção de energia metabólica aumenta proporcionalmente à intensidade do exercício. A taxa metabólica varia dependendo da atividade, pessoa e condições nas quais a atividade é realizada (Grandi, 2006).

A taxa metabólica para o caso de indivíduos em atividade será tanto maior quanto maior for o trabalho externo realizado. Quando o indivíduo está a realizar um trabalho externo, parte desta energia é convertida em energia mecânica, ainda que grande parte seja convertida em energia calorífica interna, necessária para o funcionamento fisiológico do organismo. A restante deverá ser dissipada para o ambiente, a fim de não acarretar um aumento substancial da temperatura interna do organismo. Esta dissipação dar-se-á através da pele e da respiração. Deste modo, é possível comparar o Homem a uma máquina térmica, com um rendimento de cerca de 20 %, sendo a restante energia transformada no corpo sob a forma de calor (Rodrigues, 2007).

A parcela da energia produzida internamente que se transforma em calor, de acordo com o princípio adotado na norma ISO 8996 (2004), pode ser igualada à energia do metabolismo. Isto deve-se ao facto de que a maior parte da energia do metabolismo transforma-se em energia térmica e a parcela correspondente ao trabalho mecânico poder ser, geralmente, negligenciada (Silva, 2007).

A ISO 8996 (2004) explica que a eficiência mecânica do trabalho muscular ou trabalho útil representado por W , na maioria dos tipos de trabalho industrial apresenta um valor insignificante e não interfere na taxa metabólica. Assim, a Norma ISO 8996 (2004) assume que a taxa metabólica é igual à taxa de produção de calor no corpo, cuja atividade desempenhada pela pessoa determina a quantidade de calor gerado pelo organismo (Pinto, 2011).

Em geral, a taxa metabólica é proporcional ao peso do corpo, e também é dependente do nível de atividade do indivíduo, da área de superfície do corpo, da saúde, do sexo, da idade, da quantidade de vestuário, e das condições térmicas e atmosféricas que o rodeiam. O metabolismo sobe para o pico de produção por volta dos 10 anos de idade e cai para valores mínimos na velhice. O metabolismo aumenta devido a uma febre, a atividade contínua, ou a condições ambientais frias, se o corpo não estiver protegido termicamente (Emery, 2014).

A representação de um ciclo de trabalho por uma taxa de metabolismo é uma tarefa difícil, uma vez que esse ciclo é normalmente composto por diferentes atividades que expõem o homem a uma combinação de períodos de descanso e de variada solicitação física, o que torna necessário a ponderação do metabolismo de cada atividade em relação ao tempo. Além disso, essa taxa também depende de fatores individuais e do método utilizado na execução da tarefa (Silva, 2007). A forma mais precisa de se determinar a taxa metabólica é com base na medição do consumo de oxigênio do trabalhador (Grandi, 2006; Pinto, 2011; Silva, 2007). Outra forma, é através do registro da frequência cardíaca durante o trabalho. Ambas exigem equipamentos adequados, pessoal especializado e interferem na locomoção do funcionário, na concentração individual e coletiva no desempenho das atividades, intervêm no processo produtivo e, também, requerem mais custos (Pinto, 2011; Silva, 2007). Gouvea (2004) refere que tais recursos geralmente não estão disponíveis nas aplicações de campo e a taxa metabólica é estimada com base em tabelas normalizadas de referência, em função da atividade. Algumas tabelas de taxas metabólicas em função da atividade estão listadas na ISO 8996 (2004), ISO 7730 (2005) e ASHRAE Fundamentals, cap.8, 2005 (Pinto, 2011). Outra forma de medição, mais complexa, é através de um calorímetro (Grandi, 2006; Lamberts, 2011).

Segundo Silva (2007) para a análise do ambiente térmico é suficiente a estimativa do consumo metabólico através de tabelas. O metabolismo pode ser estimado através da Tabela 3, tendo em consideração o tipo de trabalho realizado e a estação do ano. Quando as atividades realizadas possuem diversas taxas de metabolismo, recomenda-se efetuar a média ponderada para o período de 1 hora (Silva, 2007).

Tabela 3 – Valores das taxas metabólicas para determinadas atividades (Tabela B.1 da ISO 7730, 2005)

Atividades	Taxas Metabólicas	
	W/m ²	Met
Deitado, reclinado	46	0,8
Sentado, relaxado	58	1,0
Atividade sedentária (escritório, residência, escola, laboratório)	70	1,2
Atividade leve em pé (compras, laboratório, indústria leve)	13	1,6
Atividade média em pé (balconista, trabalho doméstico, em máquinas)	116	2,0
Andando em superfície nivelada		
- 2 km/h	110	1,9
- 3 km/h	140	2,4
- 4 km/h	165	2,8
- 5 km/h	200	3,4

Além da Tabela 3, que retrata o metabolismo do ser humano de uma forma mais generalizada, existem outras que retratam o metabolismo associado à postura e à atividade do ser humano. Exemplo disso é o Anexo B da norma ISO 8996 (2004). A Tabela 4 ajuda a classificar a classe de metabolismo em relação à taxa metabólica (Carneiro, 2012).

Tabela 4 – Classificação dos níveis da taxa de metabolismo (adaptado de ISO 8996 e ISO 7243)

Classe de Metabolismo	Taxas Metabólicas		Exemplos
	W/m ²	met	
0 Repouso	$M \leq 65$	$M \leq 1,12$	Descansado, sentado à vontade.
1 Taxa Metabólica Baixa	$65 < M \leq 130$	$1,12 < M \leq 2,23$	Trabalho manual leve (escrever, digitar, desenhar); Trabalho utilizando mão e braços (atividades leves de inspeção, montagem e separação); Trabalho utilizando mãos e pernas (conduzir veículos); Trabalho em pé (operação de máquinas com ferramentas de baixa potência).
2 Taxa Metabólica Moderada	$130 < M \leq 200$	$2,23 < M \leq 3,44$	Trabalho utilizando mãos e braços; Trabalho utilizando braços e pernas; Trabalho utilizando braços e tronco (trabalhos com manipulação de material moderadamente pesado, empurrar ou puxar carrinhos de peso ou de mão)
3 Taxa Metabólica Alta	$200 < M \leq 260$	$3,44 < M \leq 4,47$	Trabalho intenso com o braço e o tronco (carregamento de material pesado, serrar, empurrar ou puxar carrinho de mão muito carregado).
4 Taxa Metabólica Muito Alta	$M > 260$	$M > 4,47$	Atividade muito intensa em ritmo elevado; subir escadas e rampas; correr.

Segundo a ISO 8996 (2004), a taxa metabólica é um importante determinante do conforto ou da tensão resultante da exposição a um ambiente térmico. Visto que as pessoas trocam de roupa de

acordo com a estação do ano, a ASHRAE (2004) especifica as zonas de conforto no verão e no inverno para os níveis de isolamento térmico do vestuário de 0,5 e 1,0 clo, respetivamente (Grandi, 2006).

❖ **Isolamento térmico do vestuário**

O vestuário é uma camada de isolamento entre o corpo e o ambiente, assumindo um papel essencial na sensação de conforto ou desconforto térmico. Segundo Parsons (1993), o papel do vestuário é manter o corpo num estado térmico aceitável, em diversos ambientes. Não é por acaso que de acordo com as estações do ano e diferentes locais, estão associados diferentes hábitos em relação ao vestuário (ASHRAE, 2001). No entanto, o comportamento térmico das roupas numa pessoa ativa é complexo e dinâmico, não sendo totalmente compreendido e sendo difícil de quantificar (Parsons, 1993).

O isolamento do vestuário é uma propriedade própria do vestuário e representa a resistência à transferência de energia sob a forma de calor entre a superfície da pele e da roupa. O valor do isolamento térmico das peças de roupa será em função das propriedades e características dos materiais empregados na confecção dos tecidos (Lazzarotto, 2007). Uma roupa longa, justa e de lã oferece maior resistência que uma roupa curta, folgada e de algodão. O isolamento do vestuário (I_{CL}) é expresso em unidades de “clo”, sendo que 1 clo é igual a $0,155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$, que representa, segundo Rodrigues (2007) a resistência térmica oferecida por cada $0,155 \text{ m}^2$ do conjunto de roupa vestida, quando a pele coberta arrefece 1°C devido à taxa de transferência de energia sob a forma de calor de 1W para a superfície exterior da referida roupa. A determinação de I_{CL} foi feita com base em medições em manequins aquecidos (Fanger, 1970), as quais se encontram nas tabelas das normas ISO 7730 (1994), ISO 9920 (1995) e ASHRAE (2001). A determinação deste isolamento tanto pode ser feita pelo conjunto de peças de vestuário utilizadas pelos trabalhadores no momento das medições, inventariado através de uma *check-list* ou por estimativa, tendo em conta a estação do ano, o clima e o tipo de vestuário que se utiliza no local em estudo (Charles, 2003).

Muitos estudos têm vindo a ser desenvolvidos no âmbito de se perceber se as características individuais, como o sexo e a idade, têm ou não influência na temperatura corporal dos indivíduos. De um modo geral, os investigadores apresentam divergências quanto à importância prática das diferenças entre os géneros. Quanto à idade, em média todos os homens e mulheres com mais de 40 anos preferem uma temperatura mais elevada do que indivíduos mais novos (Fanger, 1972). Para o mesmo autor, tal facto pode ser explicado pelo metabolismo mais baixo das pessoas com mais idade. Fanger (1973) concluiu que a temperatura neutra de um grande grupo de pessoas não era dependente da idade, sexo, ciclo menstrual, raça, obesidade, hora do dia, ou aclimação fisiológica. No entanto, focou mais estudos no género e na aclimação fisiológica. Estudos anteriores em que o género foi comparado, geralmente, suportam o pressuposto de Fanger, de que os homens e as mulheres têm, na sua maioria, temperaturas neutras semelhantes. Contrariamente, (Charles, 2003) afirma que a sensação térmica dos indivíduos do sexo feminino muda mais rapidamente do que a de homens, consequentemente, as mulheres tornam-se relativamente mais insatisfeitas com o seu ambiente térmico.

Como referido anteriormente, o isolamento térmico do vestuário é calculado pelo somatório do isolamento das peças de roupa que o compõem. Na Tabela 5 estão apresentados os valores de isolamento térmico de algumas peças de roupa.

Tabela 5 – Isolamento térmico do vestuário/peças individuais de roupa (retirada da ISO 7730 (2005))

Tipo de vestuário	Isolamento térmico Clo
Cuecas	0,03
Cuecas e soutien	0,03
Camisa/blusa manga curta	0,15
Camisa/blusa leve de manga comprida	0,20
Camisa/blusa normal de manga comprida	0,25
Camisa/blusa flanela de manga comprida	0,30
Calções	0,06
Calças normais	0,25
Calças flanela	0,28
Saia leve (Verão)	0,15
Saia pesada (Inverno)	0,25
Vestido de manga curta	0,20
Vestido de manga comprida	0,40
Colete sem manga	0,12
Camisola de manga comprida fina	0,30
Camisola de manga comprida grossa	0,35
Camisola de manga comprida de lã	0,40
Casaco fino	0,25
Casaco grosso	0,60
Casaco grosso com capuz	0,70
Meias	0,02
Meias grossas, altura do tornozelo	0,05
Meias grossas longas	0,10
Meias femininas de nylon	0,03
Sapatos (sola grossa)	0,04
Botas	0,10
Luvas	0,05
Pólo	0,20

3.2.5. Fatores secundários que afetam o conforto térmico

Nos estudos de conforto térmico, também são considerados parâmetros subjetivos, que correspondem aos votos de sensações e preferências térmicas das pessoas em relação ao ambiente, recolhidos a partir de tabelas normalizadas. As sensações térmicas representam o estado psicológico das pessoas em relação ao ambiente térmico, e são recolhidas durante as medições, a partir das suas perceções relativas ao conforto térmico. A Tabela 6 e a Tabela 7 apresentam as escalas utilizadas no inquérito realizado aos trabalhadores, neste estudo. A escala normalmente utilizada em estudos de conforto térmico é a escala de sete pontos de perceção térmica apresentada pela norma ISO 10551 (1995) conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Escala de percepção térmica da ISO 10551 (1995)

Com muito calor	+3
Com calor	+2
Levemente com calor	+1
Neutro (nem calor, em frio)	0
Levemente com frio	-1
Com frio	-2
Com muito frio	-3

As preferências térmicas representam o estado fisiológico das pessoas em relação ao ambiente térmico, e são recolhidas durante as medições, a partir das suas preferências relativas ao conforto térmico. Normalmente, a escala utilizada em estudos de conforto térmico também é a escala de sete pontos de preferência térmica da norma ISO 10551 (1995), apresentada através da Tabela 7.

Tabela 7 – Escala de sete pontos de preferência térmica ISO 10551 (1995)

Bem mais quente	+3
Mais quente	+2
Um pouco mais quente	+1
Assim mesmo	0
Um pouco mais frio	-1
Mais frio	-2
Bem mais frio	-3

A temperatura do ar, a velocidade do ar, a humidade, as suas variações e os parâmetros pessoais de metabolismo e vestuário são fatores primários que afetam o fluxo de energia e o conforto térmico. Além destes fatores, existem fatores secundários que podem influenciar o conforto de um modo mais subtil (ASHRAE, 2001), como por exemplo:

- **Variações diárias:** Fanger (1973) conduziu um estudo com um grupo de indivíduos, onde a temperatura ambiental preferida por cada sujeito, sob condições idênticas, foi determinada em quatro dias diferentes. O resultado foi que a temperatura ambiental preferida pelo ser humano demonstra, apenas, variações mínimas no dia-a-dia, assumindo o mesmo vestuário, atividade, velocidade e humidade do ar. O desvio padrão encontrado foi 0,6°C para sujeitos sentados e a vestirem 0,6 clo. Não foram observadas diferenças significativas entre homens e mulheres na sua temperatura ambiental diária preferida ou no desvio padrão. Concluiu-se com este estudo, que as condições de conforto para o indivíduo podem ser reproduzidas e terão apenas subtis variações diárias.
- **Idade:** Uma vez que o metabolismo diminui ligeiramente com a idade, muitos declaram que condições para conforto baseadas em estudos com sujeitos jovens e velhos não podem ser utilizadas por outros grupos de idades. Estudos de Fanger (1982), Langkilde (1979), Collins & Hoinville (1980) citados em ASHRAE (2001) revelam que os ambientes térmicos preferidos por pessoas mais velhas não diferem dos

preferidos por pessoas mais novas. O metabolismo mais lento em pessoas mais velhas é compensado pela menor perda evaporativa.

- **Adaptação:** Muitos acreditam que as pessoas se podem aclimatar por meio da exposição a ambientes quentes ou frios, para que prefiram outros ambientes térmicos. Uma comparação sobre conforto entre diferentes estudos de campo e em diferentes partes do mundo, feita por Nicol & Humphreys (1972 citado em ASHRAE, 2001), mostra que diferenças significativas nos hábitos de se vestir dependem, entre outras coisas, do tempo atmosférico exterior. De acordo com esses resultados, a adaptação tem uma pequena influência na preferência da temperatura do ambiente. Porém, em ambientes desconfortáveis por frio ou calor, a adaptação irá ter influência. Pessoas, habituadas a trabalhar e a viver em climas frios, podem aceitar mais facilmente e manter a performance elevada, que pessoas de clima quente.
- **Sexo:** Um fator importante é a relação da área superficial e do volume identificado pelo tamanho do indivíduo. Nesta condição, as mulheres, mais do que os homens, podem apresentar desconforto térmico. Por exemplo, mulheres pequenas têm uma área superficial muito superior ao volume do seu corpo, por isso, são propensas a sentirem frio mais rapidamente (Brill, 1984).
- **Sazonalidade e ritmo circadiano:** A ASHRAE (2001) diz que as pessoas não podem adaptar-se para preferir ambientes mais quentes ou mais frios, isto vai ao encontro de que não há diferenças entre as condições de conforto no verão ou no inverno. McNall *et al.* (1968 citado em ASHRAE, 2001) confirmaram-no numa investigação onde os resultados de testes no verão e no inverno não apresentaram diferenças. Por outro lado, é razoável esperar que as condições de conforto se alterem durante o dia porque a temperatura interna do corpo tem um ritmo diário, com valor máximo no final da tarde e valor mínimo de manhã cedo.

3.3. Índices de conforto térmico/ *stress* térmico

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos a partir da necessidade de se conhecer a sensação térmica experimentada pelas pessoas expostas às variáveis ambientais e pessoais, referidas anteriormente.

É possível avaliar a condição de conforto térmico de um ambiente através do índice que representa o efeito combinado das variáveis de influência no conforto térmico. Alguns índices são apresentados nas secções que se seguem.

3.3.1. Diagrama de conforto/desconforto da organização de meteorologia ou diagrama mundial de meteorologia e saúde

O diagrama de conforto/desconforto ou diagrama de duas entradas (temperatura do ar e humidade relativa do ar) da *World Meteorological Organization* (WMO, 1987) apresentado na

Figura 11 é uma das ferramentas usadas neste trabalho para avaliar a sensação térmica. Assim, são necessárias duas entradas, a temperatura do ar e a humidade relativa do ar, para se perceber qual a sensação térmica que é registada no posto de trabalho e que estratégias devem ser adotadas. Este diagrama é considerado de fácil utilização e interpretação e tem como vantagem, relativamente a outros índices, o facto de indicar estratégias de intervenção para melhorar as condições ambientais dos postos de trabalho.

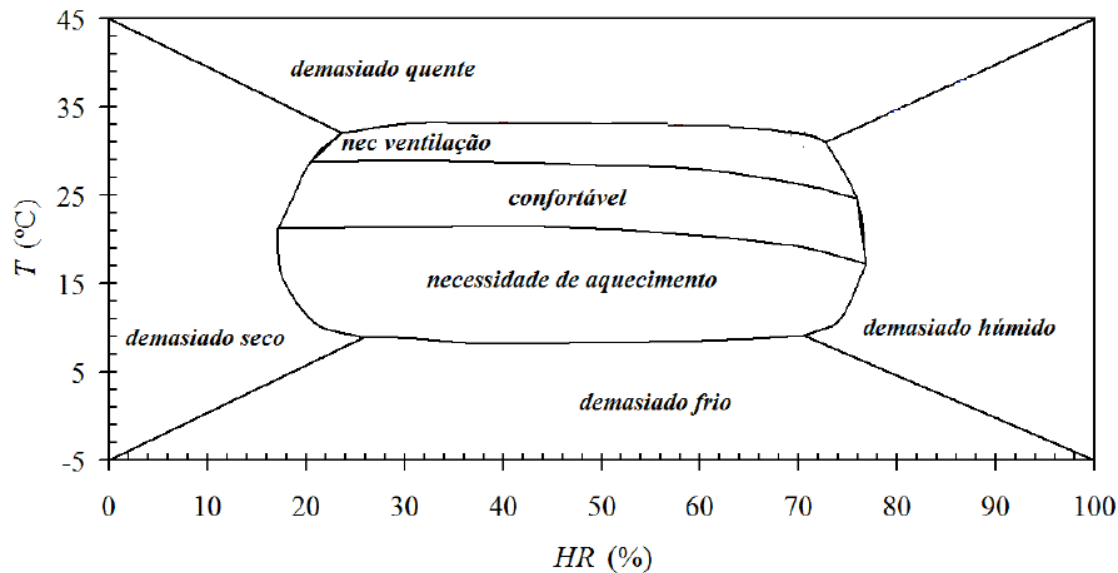


Figura 11 – Diagrama de conforto /desconforto [Adaptado de WMO (1987)]

O Diagrama da *World Metereological Organization* (WMO, 1987) permite de maneira simples obter indicações valiosas e indica, também, algumas estratégias de prevenção, como se mostra por exemplo na Figura 12. Nesta figura, os círculos a cor “amarela” correspondem a temperaturas de 30°C e 32°C. Localizam-se numa zona de ambiente quente com necessidade de ventilação. Os círculos de cor “azul” localizam-se numa zona considerada demasiado húmida. Há desconforto devido à dificuldade de se efetuar o processo de evaporação do suor, porque o ambiente apresenta um alto valor de pressão parcial de vapor de água à temperatura do ponto de orvalho, ou seja o ar tem dificuldade em “receber” ou “absorver” mais vapor de água. Os círculos de cor “vermelha” localizam-se numa zona considerada demasiado quente. Nestas circunstâncias é aconselhável abandonar o local ou reduzir ao mínimo o tempo de exposição. O tempo de permanência deverá ser considerado como variável inversa da temperatura, ou seja o tempo de exposição diminui à medida que a temperatura do ar aumenta.

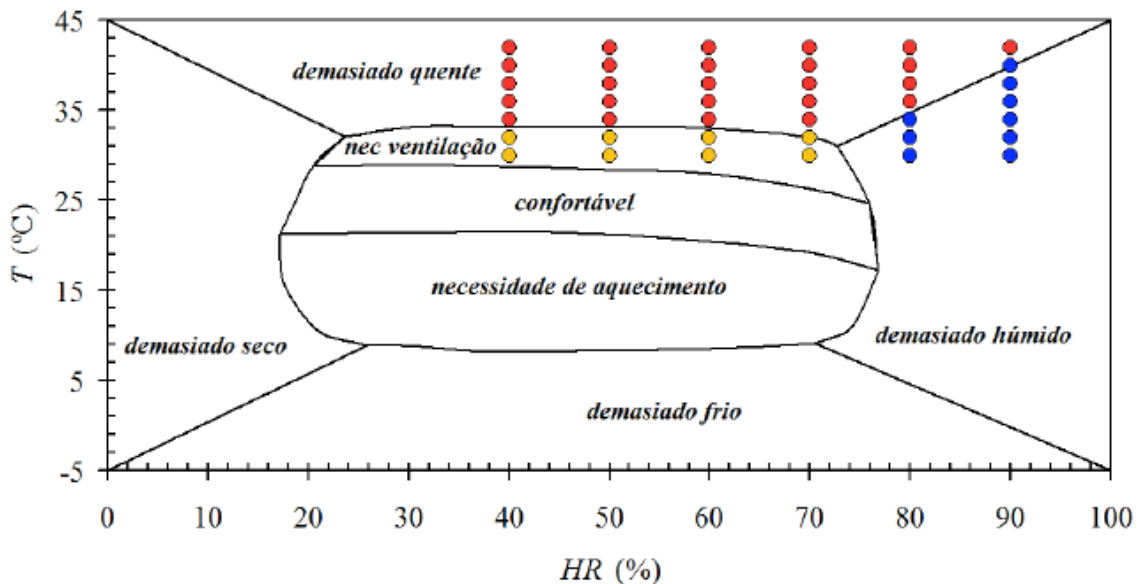


Figura 12 – Diagrama de sensação térmica retirado de Talaia e Ferreira (2010)

3.3.2. Índice ITH

O índice ITH, Índice de Temperatura e Humidade (em inglês *Temperature Humidity Index*) foi inicialmente desenvolvido por Thom (1959) e combinava a temperatura do termómetro de bolbo húmido T_{wn} (°C) com a temperatura do ar T (°C). Nieuwolt (1977) modificou o índice ITH estabelecido por Thom (1959) usando a temperatura do ar T (°C) e a humidade relativa HR (%). Esta alteração tinha como objetivo facilitar a sua aplicação e avaliação, visto que os valores da humidade relativa do ar são mais facilmente obtidos do que os valores da temperatura do termómetro de bolbo húmido. Segundo Nieuwolt (1977), o índice ITH é calculado a partir da expressão (3.1),

$$ITH = 0,75 T + T \frac{HR}{500} \quad (3.1)$$

em que T representa a temperatura do ar (°C) e HR a humidade relativa (%).

Através de testes empíricos, Nieuwolt (1977), estabeleceu valores de referência que delimitam situações de conforto e *stress* térmico para os seres humanos. No entanto, Emmanuel (2005) adaptou os limites, como se indica na Tabela 8. Na Tabela 9, são apresentados os valores de referência adaptados por Talaia *et al.* (2013) para uma vasta gama de valores de ITH, com base nas estratégias descritas no diagrama da Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 1987). Estes são os valores que vão ser tidos em conta, neste trabalho, visto que consideram temperaturas que podem representar um ambiente térmico frio.

Tabela 8 – Valores limites para o índice ITH (Emmanuel, 2005)

$21^{\circ}\text{C} \leq ITH \leq 24^{\circ}\text{C}$	100% dos indivíduos estão termicamente confortáveis
$24^{\circ}\text{C} < ITH \leq 26^{\circ}\text{C}$	50% dos indivíduos estão termicamente confortáveis
$ITH > 26^{\circ}\text{C}$	100% dos indivíduos estão termicamente desconfortáveis

Tabela 9 – Valores limites para o índice ITH (Talaia *et al.*, 2013)

ITH < 8 °C	Demasiado frio (100% dos indivíduos estão desconfortáveis)
8 °C ≤ ITH ≤ 21 °C	Necessidade de aquecimento (50% dos indivíduos estão desconfortáveis)
21 °C ≤ ITH ≤ 24 °C	Confortável (100% dos indivíduos estão confortáveis)
24 °C < ITH ≤ 26 °C	Necessidade de ventilação (50% dos indivíduos estão confortáveis)
ITH > 26 °C	Demasiado quente (100% dos indivíduos estão desconfortáveis)

3.3.3. Índice EsConTer

O índice EsConTer baseia-se numa escala de cores (Es), considera a sensação de conforto (Con) e é térmico (Ter), e valoriza o conhecimento da temperatura do ar e da temperatura do termómetro húmido (Talaia & Simões, 2009) e é calculado aplicando a expressão (3.2),

$$EsConTer = -3,75 + 0,103 (T + T_w) \quad (3.2)$$

onde T representa a temperatura do ar registada no termómetro seco (°C) e T_w a temperatura registada no termómetro húmido (°C).

O índice EsConTer na gama de valores -3 a +3 permite mostrar a sensação térmica prevista de um ambiente muito frio a muito quente. Numa escala de cores construída para o efeito, como se pode observar na Figura 13, os indivíduos são convidados a expressarem a sua sensação térmica, ou seja, estes devem marcar uma “cruz” na sensação térmica que estão a sentir no momento da observação. A grande vantagem deste índice é a facilidade de leitura e interpretação da escala usada de -3 a +3 e o baixo custo associado ao instrumento de medida usado, um psicómetro.

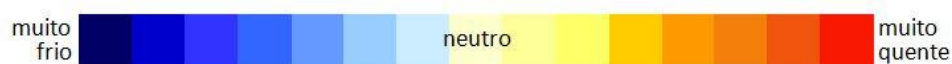


Figura 13 – Escala térmica de cores – sensação térmica real

3.3.4. Índice PMV e PPD

O índice PMV, Voto Médio Estimado (do inglês *Predicted Mean Vote*), foi desenvolvido em 1970 através de experiências laboratoriais em divisões climatizadas (Fanger, 1972). Este índice prevê o voto médio estimado de um grande grupo de pessoas sujeitas ao mesmo ambiente térmico e, baseia-se na expressão de balanço térmico e nas teorias de termorregulação. O PMV foi incluído na norma ISO 7730 (1984) como índice recomendado para a avaliação do conforto térmico de um ambiente. A definição do índice PMV foi possível, conjugando estatisticamente a resposta fisiológica do sistema de termorregulação com os votos de sensação térmica de um conjunto de pessoas segundo a escala sétima da ASHRAE, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Escala de sensação térmica (ASHRAE, 2001)

+3	Muito quente
+2	Quente
+1	Leve sensação de calor
0	Neutralidade térmica
-1	Leve sensação de frio
-2	Frio
-3	Muito frio

Esta escala é simétrica em relação ao ponto 0 (zero), que corresponde à neutralidade térmica e apresenta valores de 1 a 3 que podem ser positivos, correspondendo às sensações progressivas de calor, ou negativos, correspondendo às sensações progressivas de frio. Segundo a norma ISO 7730 (1984), a insatisfação individual manifesta-se em ambientes Quentes (+2), Muito Quentes (+3), Frios (-2) ou Muito Frios (-3).

A relação encontrada por Fanger foi obtida a partir da análise estatística das informações de várias experiências em câmaras climatizadas (McNall Jr *et al.*, 1967), onde mais de 1300 pessoas foram expostas, de forma controlada, a diversas combinações das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade relativa e velocidade do ar) e pessoais (taxa metabólica e isolamento do vestuário) de conforto. As variáveis eram mantidas constantes por 3 horas e a cada 30 minutos cada pessoa expressava através do voto escrito a sua sensação térmica na escala acima definida. Em determinadas experiências, o ambiente térmico era controlado pelo investigador e os indivíduos mostravam a sua satisfação ou insatisfação com o ambiente usando a escala sétima da ASHRAE (ASHRAE, 2004). Noutras experiências, o ambiente era ajustado pelos indivíduos correspondendo este ao valor “0” da escala de ASHRAE, ou seja um ambiente termicamente neutro (Mikani & Amorim, 2005 citado em Rodrigues, 2007). A determinação deste índice de *stress* térmico tem como principal objetivo a verificação da aceitabilidade térmica de um determinado ambiente, estabelecendo os limites permitidos. Fixando-se o PMV ao valor “0” é possível determinar as combinações possíveis das diferentes variáveis que promovem uma sensação de neutralidade térmica (ISO 7730, 2005).

Desta forma, Fanger elaborou a expressão (3.3) que permite obter a sensação térmica para qualquer combinação das variáveis ambientais e pessoais de conforto (Ruas, 1999). A equação é a seguinte:

$$PMV = [0,303 \exp(-0,036 * M) + 0,028] * L \quad (3.3)$$

onde M representa a taxa metabólica por unidade de área (W/m^2) e L representa a carga térmica do corpo humano.

A aplicação do índice PMV é recomendada apenas quando as variáveis meteorológicas e pessoais estão dentro de certos intervalos (Lamberts & Xavier, 2002). O PMV só deve ser calculado quando a sensação térmica está considerada entre os valores “-2” e “+2”. Para além disso, terão também de se verificar as condições apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores limite para a aplicação do índice PMV (Fonte: Adaptado de Fanger (1970 p.110))

Limite mínimo	Variáveis	Limite máximo
0,8 met	Taxa metabólica	4 met
0 clo	Isolamento do vestuário	2 clo
10°C	Temperatura do ar	30°C
10°C	Temperatura média radiante	40°C
0 m/s	Velocidade do ar	1 m/s
30 %	Humidade relativa do ar	70%

Segundo a norma ISO 7730, o índice de *stress* térmico PPD, Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (do inglês *Predicted Percentage of Dissatisfied Vote*), estabelece a percentagem de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente e é determinado a partir do conhecimento do índice PMV (ISO 7730, 2005).

É impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis meteorológicas e pessoais que satisfaça plenamente todos os indivíduos de um grande grupo. O valor do índice PPD nunca é inferior a 5%. O valor mínimo de PPD corresponde à condição de neutralidade térmica, a curva é simétrica em relação ao ponto PMV=0, ou seja, observam-se sensações equivalentes de calor e de frio para um mesmo PMV em valor absoluto, correspondendo a uma percentagem igual de insatisfeitos. Estas conclusões resultam da diferença de sensação térmica entre diferentes indivíduos. A neutralidade térmica é atingida com diferentes valores de temperatura do ar, humidade relativa e velocidade do ar, consoante o indivíduo e a sua capacidade de aclimatização.

Os valores máximos admissíveis para os índices PMV e PPD, para que se possa considerar a área estudada uma zona de conforto são respetivamente:

$$\begin{cases} -0.5 < PMV < +0.5 \\ PPD < 10\% \end{cases}$$

Assim, para um ambiente térmico confortável, o PPD não deverá ultrapassar os 10%, correspondentes a uma gama de valores compreendida entre os “-0,5” e os “+0,5” na escala de sensação térmica.

O PPD é um índice de conforto térmico, derivado do cálculo do PMV, o qual estima a quantidade de pessoas, dentro de um grande grupo, que estão insatisfeitos termicamente com o ambiente. Este baseia-se na percentagem de um grande grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, votando +3, +2 ou -3 e -2, na escala sétima de sensação/perceção da ISO 10551 (1995) (Pinto, 2011). Segundo Fanger (1970), as pessoas que votaram +1 ou -1 na escala de sensações ou perceções, não foram consideradas como insatisfeitos para determinação do PPD, pois elas não manifestavam uma situação de desconforto bem acentuada (Xavier, 1999).

O PPD pode ser determinado analiticamente conforme a expressão (3.4):

$$PPD = 100 - 95 * \exp[-(0,03353 * PMV^4 + 0,2179 * PMV^2)] \quad (3.4)$$

em função do PMV ou obtido pelo gráfico constante na ISO 7730 (2005), representado na Figura 14 .

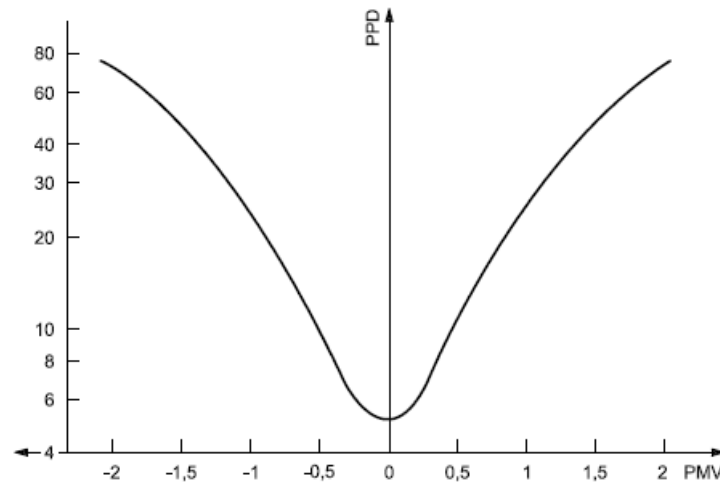


Figura 14 – PPD em função do PMV (fonte: ISO 7730, 2005)

Observa-se pela análise da expressão (3.4), que pelo modelo do PMV, para uma situação plena de conforto, $PMV = 0$, o PPD resultante é de 5%. Como o PPD representa a percentagem de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico, as pessoas restantes encontram-se termicamente neutras ou confortáveis, levemente aquecidas ou levemente com frio, com votos de sensação térmica de +1, 0 ou -1, como referido anteriormente.

De acordo com a ISO 7730 (2006), um ambiente é considerado aceitável termicamente quando apresentar um valor médio para o PPD inferior a 10% por calor e inferior a 10% por frio. Os valores máximos admissíveis para os índices PMV e PPD podem ser divididos pelas seguintes categorias:

- Categoria A se $PPD < 6\%$ e $-0,2 < PMV < +0,2$;
- Categoria B se $PPD < 10\%$ e $-0,5 < PMV < +0,5$;
- Categoria C se $PPD < 15\%$ e $-0,7 < PMV < +0,7$.

4. Metodologia

4.1.Introdução

Segundo a literatura da especialidade sobre conforto térmico, existem três contextos que abrangem a maioria das pesquisas em conforto. O mais importante é o clima, pois este influencia a cultura e atitudes térmicas de qualquer grupo de pessoas, para além dos projetos arquitectónicos onde eles habitam. O segundo é a atividade desempenhada por um determinado indivíduo num espaço físico e a duração dessa realização, pois a coordenação destes dois factores leva a uma contínua mudança da temperatura de conforto. O terceiro é o próprio edifício, ou seja a sua finalidade e construção, que contribui na definição dos resultados das pesquisas em conforto térmico (Rodrigues, 2007).

Considerando esta abordagem, tornou-se pertinente determinar o padrão de sensação térmica na secção de embalamento da *Mar Lusitano*, empresa de transformação de bacalhau e que pode ser considerada à partida um ambiente térmico frio. Para tal, foram utilizadas duas técnicas de recolha de dados.

A primeira técnica tem como objetivo avaliar a percepção dos trabalhadores sobre o conforto nos seus postos de trabalho. Para tal, utilizou-se o questionário (Anexo 4) como instrumento de recolha, assim como uma escala de cores com o objetivo de conhecer a sensação térmica do trabalhador.

Por outro lado, a segunda técnica aplicada tem como objetivo avaliar o conforto dos trabalhadores. Para esse fim utilizou-se o instrumento de medida “*Center 317 – temperature humidity center*” para obter os valores de temperatura do ar e humidade relativa do ar, e ainda se averiguou junto dos trabalhadores o vestuário que os mesmos estariam a usar, aquando da recolha de dados, para calcular o seu grau de isolamento térmico.

Relativamente à primeira técnica, os dados foram analisadas tendo por base técnicas de estatística descritiva. Na segunda técnica, os dados foram avaliados através de índices térmicos (EsConTer, ITH, PPD e Diagrama WMO). No caso do vestuário, os dados foram analisados tendo por base as tabelas predefinidas para o cálculo do grau de isolamento térmico (Tabela 5).

Considera-se de carácter objetivo (mais quantitativo) os índices de conforto térmico e a determinação do grau de isolamento dos trabalhadores, de forma a detectar as condições de bem-estar dos trabalhadores em diferentes pontos de observação. De carácter subjectivo considera-se o questionário (mais qualitativo) com escalas térmicas e questões capazes de avaliar as condições de bem-estar dos trabalhadores, assim como a escala térmica de cores que foi aplicada (Talaia & Simões, 2009).

Atendendo aos objetivos do trabalho, a avaliação das condições de conforto térmico dos trabalhadores da empresa foi elaborada em 2 etapas. A primeira etapa a ser realizada foi a pesquisa de campo. Segundo Fanger (1972) a análise dos índices de conforto térmico de uma determinada população deve compreender a medição de variáveis ambientais e de parâmetros

personais que influenciam os índices de conforto térmico. Os parâmetros ambientais medidos para a realização deste trabalho foram a temperatura do ar e a humidade relativa do ar. Além dos parâmetros ambientais, as variáveis pessoais analisadas foram a atividade do trabalhador e o grau de isolamento térmico do vestuário. Nesta etapa foram também aplicados questionários aos trabalhadores. Na segunda etapa do trabalho foram determinados os índices de conforto térmico mencionados no capítulo 3, para as diferentes situações de embalagem da secção em estudo.

No entanto, a concretização destas etapas metodológicas não ocorreram em momentos distintos. A temperatura do ar e a humidade relativa dos postos de trabalho, foram recolhidos enquanto os trabalhadores estavam a preencher a escala de cores, para se obter as condições térmicas em tempo real do seu ambiente. Assim, estas etapas, em termos temporais, ocorreram em paralelo para que possíveis problemas metodológicos fossem ponderados e solucionados.

Os dados foram recolhidos durante os meses de Janeiro a Março, mais especificamente nos dias 23 de Janeiro (com duas situações distintas), 21 de Março e dia 31 de Março. De realçar que o tipo de embalagem foi diferente nestes dias, o que contribuiu para os diferentes cenários registados. Para além disso, também foi feito o registo do vestuário usado por cada trabalhador e o seu tipo de atividade.

Ao detalhar os dias de recolha de dados, podemos distinguir o seguinte:

- Dia 23 de Janeiro – embalagem de Lombo Centro na classificadora, em caixas de 1kg, *sem descarga* de peixe para alimentar a classificadora (Embalamento A);
- Dia 23 de Janeiro – embalagem de Lombo Centro na classificadora, em caixas de 1kg, *com descarga* de peixe para alimentar a classificadora (Embalamento B);
- Dia 21 de Março – embalagem de Posta Longa em retrátil (2ª pele) e em caixas de 6,3kg P.L.E., e para além disso, embalagem de rabos a granel em caixas de 10kg (Embalamento C);
- Dia 31 de Março – embalagem de Posta Média na classificadora em caixas de 6,5kg P.L.E. (Embalamento D).

4.2. Descrição da secção em estudo e da recolha de dados

Para o projeto se concretizar, numa primeira fase foi importante a escolha da secção a estudar, assim como os pontos de observação, sobre os quais irá assentar este projeto. A secção escolhida para o estudo foi a secção de embalagem. Os critérios usados para esta escolha foram o facto de parecer a secção mais crítica com base na observação, bem como a opinião do chefe de secção e do gerente, que conhecem o ambiente industrial em questão e as queixas dos trabalhadores.

A secção em estudo (secção de embalagem) é a secção onde se procede ao embalagem de todo o bacalhau demolido ultracongelado e faz fronteira com a secção de corte (P24), com a secção de demolha (P25) e vidragem (P20). Esta secção tem formato rectangular de 19 x 12m, conforme Figura 15.

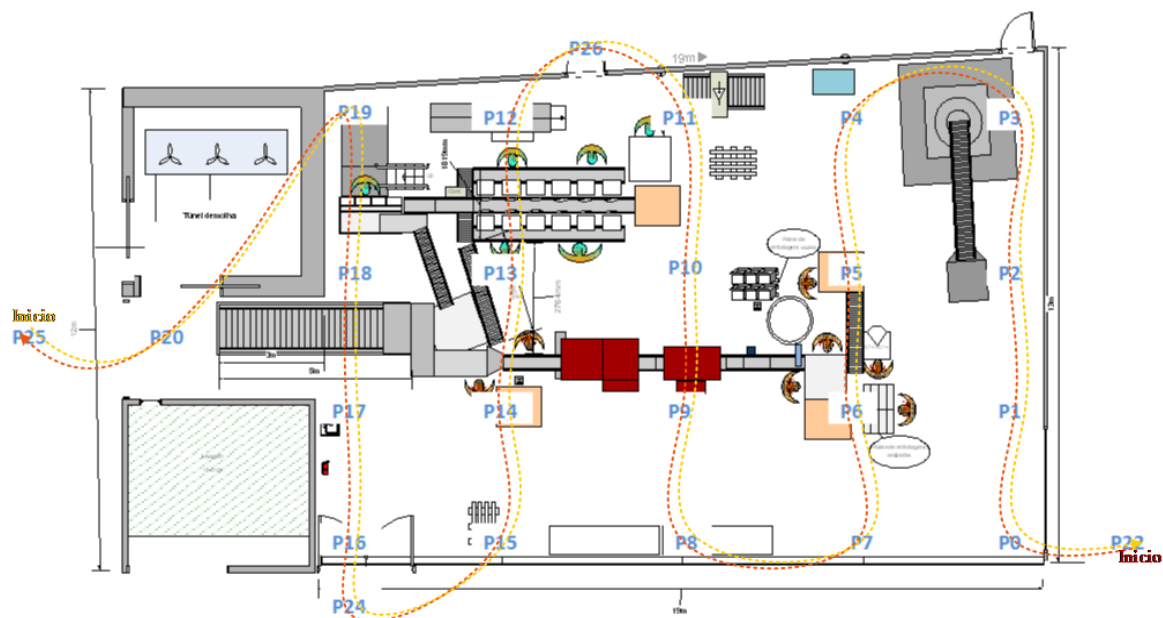


Figura 16 – Circuitos seleccionados para a recolha de dados

Após identificar os pontos de observação e os postos de trabalho (Figura 17), o primeiro objetivo foi avaliar a percepção dos trabalhadores sobre o conforto dos seus postos de trabalho ocupados, através de uma abordagem subjectiva. Os dados foram recolhidos usando o questionário com instrumento de recolha e uma escala de cores, sendo o seu preenchimento feito de forma individual no momento da inquirição. Relativamente à estrutura do questionário esta será apresentada na subsecção 4.3.

Seguindo uma abordagem mais objectiva, pretendeu-se avaliar o conforto térmico com base na medição da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e humidade relativa do ar (%) nos postos de trabalho anteriormente seleccionados, tendo por base índices existentes para este efeito. Antes da recolha de dados final foram efetuadas medições ambientais preliminares no dia 23/01/2014 de modo a estabelecer o padrão dos pontos de observação definitivos, sendo que o tempo atmosférico exterior nessa data apresentava-se com tempo bom, condição do céu de claro a parcialmente nublado. Mediram-se as variáveis ambientais em 26 pontos pré – determinados (incluindo um ponto no exterior da empresa), conforme Figura 16, obtendo-se valores para cada um deles.

Para apuramento dos resultados com estes parâmetros, ou seja, avaliar o conforto/desconforto térmico nos postos de trabalho seleccionados, foram usados o diagrama da Organização Mundial de Meteorologia (WMO), índice *ITH* (Índice de Temperatura e Humidade), o índice *EsConTer* (Escala de Conforto Térmico) e o índice *PPD* (Percentagem de Pessoas Insatisfeitas).

4.3. Questionário aplicado

Esta componente tem como objetivo explorar a sensação térmica real junto dos trabalhadores da secção de embalamento da empresa *Mar Lusitano*, bem como arranjar um conjunto de respostas que nos permitam definir estratégias de intervenção de modo a melhorar o bem-estar dos

trabalhadores. Como instrumento de recolha de dados escolheu-se o questionário escrito (Vilares & Coelho, 2011).

A versão do questionário (Anexo 4) foi elaborada com base na revisão da literatura (ASHRAE, 2001; ISO 7730, 2005; Lamberts *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2012; Meles, 2012; Ornstein & Roméro, 1992; Pezzuto, 2007; Xavier, 1999). Faziam parte deste questionário questões que avaliavam o metabolismo e o vestuário dos trabalhadores (Meles, 2012). Esta versão foi submetida à apreciação do chefe de secção e do gerente, de forma a verificar se este se coadunava com a realidade existente.

Em termos estruturais, o questionário apresenta um conjunto de questões no sentido de obter dados que permitam:

- ❖ Identificar o posto de trabalho de modo a verificar a sua posição aquando da recolha de dados e posteriores resultados da medição da sensação térmica;
- ❖ Identificar dados pessoais dos trabalhadores, mais concretamente sexo e idade, bem como peso e altura de modo a obter informação sobre a robustez física do trabalhador e seu bem-estar neste ambiente térmico;
- ❖ Caracterizar o esforço físico dos trabalhadores na sua atividade, uma vez que esforços físicos diferentes levam a taxas metabólicas diferentes e consequentemente sensações térmicas diferentes (questão 1 do questionário);
- ❖ Averiguar a opinião dos trabalhadores relativamente à sua sensação térmica na secção de embalamento e verificar se os trabalhadores já estão habituados ao ambiente térmico do seu trabalho pelo tempo que passam no mesmo (questão 2 a 5). A questão 5 corresponde à parte térmica, incluindo sensações gerais de conforto térmico, aceitabilidade e preferência térmica, experiência térmica e expectativas térmicas. Os trabalhadores só precisam marcar a escala apropriada, que está de acordo com a sua própria condição/sensação, naquele momento, para cada tópico correspondente. Neste caso, as respostas foram dadas numa escala de *Likert* de 7 pontos de avaliação;
- ❖ Averiguar as zonas corporais de maior desconforto e se os sintomas dos trabalhadores na secção de embalamento se coadunam com os abordados em artigos com especialidade nesta área de ambiente térmico frio (questão 6 e 7);
- ❖ Averiguar o isolamento térmico das peças de roupa usadas pelos trabalhadores, pois tal como a taxa metabólica estas são variáveis pessoais de influência sobre o conforto térmico (questão 8 e 9).

Para além destas questões apresentadas, nos dias da recolha foram ainda registados dados sobre o vestuário que os trabalhadores estavam a usar naquele momento, para posterior estudo do isolamento do vestuário e possíveis estratégias de intervenção, caso necessário e foi apresentada uma escala de cores para avaliação da sensação térmica real (Figura 13).

No que respeita ao tratamento de dados, estes serão analisados com base num conjunto de técnicas de estatística descritiva.

5. Resultados e sua discussão

Este capítulo é destinado à apresentação e discussão dos resultados obtidos. Numa primeira fase é feita a caracterização do espaço onde foi realizado este estudo e onde foram realizadas as medições dos parâmetros físicos de conforto térmico e aplicado o questionário. São ainda apresentados os postos de trabalho, as funções dos trabalhadores e a atividade física de forma a ser relacionada com a taxa metabólica.

Numa segunda fase é feita a caracterização da população, ou seja, a caracterização dos trabalhadores envolvidos neste projeto, a caracterização das condições dos trabalhadores nos postos de trabalho e aborda-se a percepção dos trabalhadores relativamente ao conforto térmico nos postos de trabalho. Na última fase são apresentados e discutidos os resultados dos parâmetros físicos (temperatura do ar e humidade relativa) e os resultados das medições do conforto térmico com base nos índices térmicos.

5.1. Resultados do questionário

5.1.1. Caracterização do espaço e das funções dos trabalhadores

Tal como foi referido na metodologia, o responsável da empresa conjuntamente com os chefes de secção sugeriram a secção de embalagem como mais apropriada para uma possível intervenção na sequência dos objetivos do projeto, sendo aí realizadas as medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico e aplicado o questionário aos trabalhadores. Esta sugestão teve como base as queixas dos trabalhadores relativamente à sua sensação térmica no decorrer do horário de trabalho. Desta forma, foram tidos em conta os *feedbacks* das sensações térmicas quentes e frias. No entanto, nesta secção pode acontecer diferentes tipos de embalagem o que pode influenciar a sensação dos trabalhadores, logo esta questão também foi tida em atenção e foram recolhidos dados em diferentes dias, com diferentes tipos de embalagem. Na Figura 17 são indicados os locais onde os trabalhadores se encontram, ou seja, os respectivos postos de trabalho e as respectivas funções.

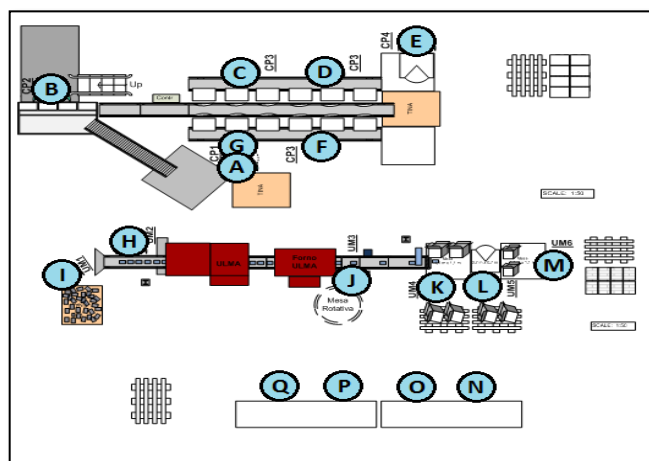


Figura 17 – Postos de trabalho da secção de embalagem.

As funções dos trabalhadores relativamente ao tipo de embalagem que efectuam pode levar a taxas de atividade diferentes e, conseqüentemente, taxas metabólicas distintas. A taxa metabólica depende da atividade, pessoa e condições nas quais a atividade é realizada, fatores que podem influenciar o conforto térmico de um trabalhador. Assim sendo, na Tabela 12 são descritas as diferentes funções de cada posto de trabalho identificado na Figura 17. Para além disso, na tabela também será referida a resposta do trabalhador no questionário quanto ao tipo de atividade que exerce naquele posto de trabalho (questão 1 do Anexo 4).

Tabela 12 – Funções de cada posto de trabalho e atividade física

Posto	Função	Atividade física
A	Encher e manter cheio o buffer da classificadora	Atividade leve
B	Manter sempre as gavetas com peixe e em funcionamento, separando o peixe nos diferentes tipos.	Atividade moderada
C	Manter as portas livres (sem luz vermelha); Ordenar o peixe correctamente dentro das caixas/sacos.	Atividade moderada
D	Manter as portas livres (sem luz vermelha); Ordenar o peixe correctamente dentro das caixas/sacos.	Atividade moderada
E	Avaliar o peso das caixas concluídas; fechar e empilhar as caixas numa palete.	Atividade moderada
F	Manter as portas livres (sem luz vermelha); Ordenar o peixe correctamente dentro das caixas/sacos.	Atividade moderada
G	Manter as portas livres (sem luz vermelha); Ordenar o peixe correctamente dentro das caixas/sacos.	Atividade moderada
H	Manter a ULMA em funcionamento dando uma distância adequada entre unidades	Atividade moderada
I	Fornecer o produto necessário para o correcto funcionamento da linha.	Atividade moderada
J	Controlar a correcta aplicação da 2ª pele e garantir um fluxo contínuo à saída do forno	Atividade leve
K	Controlar a aplicação de etiquetas	Atividade leve
L	Acertar as caixas finais com os pesos/quantidades correctas.	Atividade moderada
M	Fechar caixas e empilhar numa palete	Atividade moderada
N	Acertar as caixas finais com os pesos/quantidades correctas.	Atividade moderada
O	Encher caixas a granel com produto pré-definido.	Atividade leve
P	Encher caixas a granel com produto pré-definido.	Atividade leve
Q	Acertar as caixas finais com os pesos/quantidades correctas.	Atividade moderada

5.1.2. Caraterização da amostra

Neste estudo foram inquiridos 17 trabalhadores nos respetivos locais onde fazem o embalagem do produto, todos do sexo feminino. Na Figura 18 podem ser observadas as frequências das idades dos trabalhadores, sendo o mínimo e o máximo de 21 e 56 anos, respetivamente.

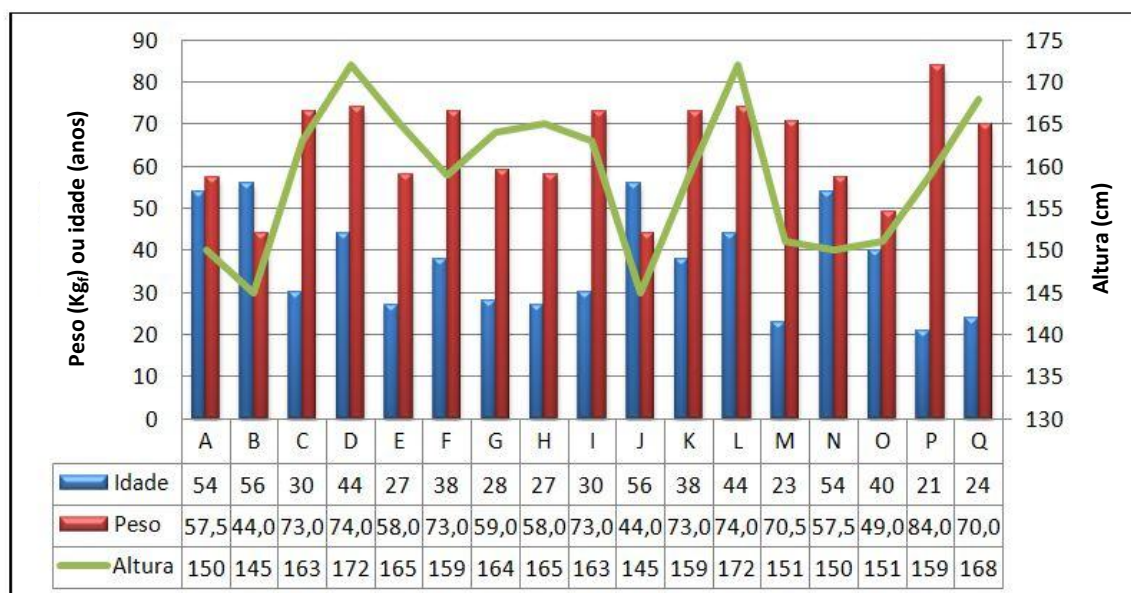


Figura 18 – Dados dos trabalhadores

De igual forma foram recolhidos dados relativos ao peso e altura dos trabalhadores. O peso varia entre os 44 e os 84 kg, e a altura entre os 145 e os 172 cm. Na Tabela 13 podemos verificar o mínimo, máximo, média e desvio padrão dos dados recolhidos anteriormente (idade, peso e altura).

Tabela 13 – Dados dos trabalhadores

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	21	56	37	12
Peso (kg)	44	84	64	12
Altura (cm)	145	172	159	9

Relativamente à idade, como se pode verificar na Tabela 14, 59% dos respondentes tem idades compreendidas entre 26 e 50.

Tabela 14 – Idade dos trabalhadores

Idade	Nº pessoas	%
≤25	3	18
]25 - 50]	10	59
>50	4	23

Foram também questionados os trabalhadores relativamente aos anos que os mesmos trabalham na empresa. Relativamente à antiguidade dos trabalhadores na empresa, os resultados revelam que 35% dos trabalhadores começaram a trabalhar na empresa entre 1 a 4 anos. Existe ainda uma parcela significativa, representando 23%, que revela que estes trabalhadores estão no mesmo posto há menos de seis meses. Isto pode ser explicado pela alta taxa de rotatividade de trabalhadores na empresa. Estas informações são indicadas no gráfico da Figura 19.

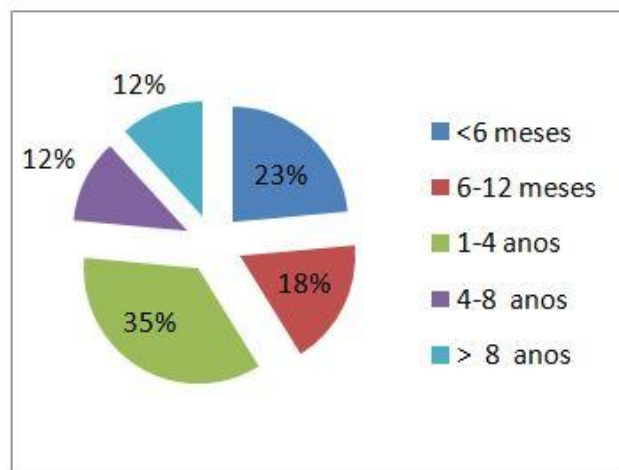


Figura 19 – Antiguidade na empresa

Relativamente aos anos que os trabalhadores trabalham no posto de trabalho, os resultados revelam que 29% dos trabalhadores trabalham entre 1 a 4 anos naquele posto, da mesma forma que 29% trabalha há menos de seis meses. Como existem várias secções na empresa (ex: secção da escala, de corte, de demolha e vidragem e de embalagem), consoante necessidade, os trabalhadores podem ir mudando de secção, pois quando há menos trabalho numa das secções existentes estes são deslocados para outra que esteja com mais trabalho. Relativamente ao tempo que o trabalhador passa, em média, no posto de trabalho, durante um turno de 8 horas (questão 3 do questionário) verificou-se que 70% dos trabalhadores passam entre 6-8 horas a desempenhar o mesmo tipo de função no posto de trabalho onde laboram. Estes resultados podem ser observados no gráfico da Figura 20.



Figura 20 – Anos e horas no posto de trabalho

5.1.3. Caracterização das condições dos colaboradores nos postos de trabalho

❖ Proteção

A proteção usada nos postos de trabalho é muito importante para a segurança do trabalhador, fazendo parte das normas de Higiene e Segurança no Trabalho. Na empresa são usados vários

tipos de proteção, sendo os mesmos de uso obrigatório. Referem-se a bata, as calças, a touca, os sapatos, o colete, a máscara e as luvas que são fornecidos pela empresa. A cada secção corresponde uma cor, sendo a maior parte destes acessórios de cor laranja, correspondentes à secção de embalagem.

❖ Vestuário

Relativamente ao tipo de vestuário usado pelos trabalhadores nos seus postos de trabalho, há uma variação entre os períodos mais quentes (Verão) e os períodos mais frios (Inverno), como se pode observar na Tabela 15. Das respostas dos trabalhadores relativamente a algumas peças pode-se verificar que todos utilizam, independentemente da época, a farda da empresa, composta por calças, bata, touca, sapatos/botas. De realçar que no Verão predomina o uso de manga curta, para além da farda, no entanto cerca de 41% ainda utilizam manga comprida. No Inverno os trabalhadores usam roupas muito quentes e por norma muitas peças. Como se pode verificar usam-se coletes, camisolas compridas de lã, outro género de camisolas de manga comprida e por dentro usa-se ainda uma ou mais camisolas de manga comprida, para além de casaco, colete e a farda da empresa.

Tabela 15 – Vestuário usado pelos trabalhadores nos seus postos de trabalho

	Vestuário	Nº trabalhadores	%
Verão	Colete	1	5,9
	Leggings	1	5,9
	Casaco fino	2	11,8
	T- shirt manga comprida	2	11,8
	Camisola manga curta	3	30,0
	Camisola manga comprida	7	41,2
	Calças fato treino	8	47,1
	T-shirt manga curta	10	58,8
	Cueca + Soutien	17	100,0
	Calças/ Jeans	17	100,0
	Farda	17	100,0
Inverno	Leggings	1	5,9
	Camisola interior	1	5,9
	Meia calça	1	5,9
	Casaco grosso	9	52,9
	Fato de treino	14	82,4
	Camisola manga comprida fina	15	88,2
	Cueca + Soutien	17	100,0
	Colete	17	100,0
	Calças/Jeans	17	100,0
	Camisola comprida de lã	17	100,0
	Camisola manga comprida	17	100,0
	Farda	17	100,0

Aquando da realização da questão da sensação térmica através da escala de cores (Figura 13), foram também inquiridos os trabalhadores sobre o seu vestuário naquele momento. As respostas obtidas são apresentadas na Tabela 16. Para além disso, e de acordo com o apresentado no subcapítulo 3.2.4.2 sobre isolamento térmico do vestuário (Tabela 5), no final da Tabela 16 é apresentado o valor total do isolamento do vestuário para cada trabalhador situado nos respectivos postos de trabalho. Por exemplo, o trabalhador N estava a usar uma cueca e um soutien, uma camisola de manga comprida, dois pares de meias e a farda da empresa (bata, touca, calças e sapatos), o que perfaz um isolamento térmico de 1,1 clo, sendo este cálculo efetuado com base na Tabela 5 sobre isolamento do vestuário.

Tabela 16 – Número de peças de vestuário usado pelos trabalhadores e isolamento térmico (clo)

Vestuário	Postos																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Cueca + soutien	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camisola manga comprida	2	1	1		2	1	1	2	1	1			1	1	3	2	1
Camisola polar		1			1		1	1		1							
Casaco Polar/grosso				1		1	1				1	1					
Camisola comprida de lã			1	1		1			1		1	1	1				1
Meias	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1
Luvas				1			1					1					1
Jeans/Calças	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1
Leggings/Meia calça		1						1		1			1				
Farda (b,t,c,s)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Soma do isolamento térmico (clo)	1,7	1,8	1,7	2,0	2,0	2,3	2,4	2,1	1,7	1,9	2,0	2,0	1,6	1,1	2,0	1,6	1,7

❖ **Sintomas no posto de trabalho e zona corporal onde é sentido maior desconforto térmico**

Na Tabela 17 pode-se observar os sintomas que os trabalhadores sentem no seu posto de trabalho e também a zona corporal onde sentem o maior desconforto.

Tabela 17 – Sintomas e zonas corporais de desconforto térmico dos trabalhadores

Posto	Sintomas	Zona corporal de desconforto	Anos na empresa	Idade
A	Frieiras	Mãos	<6 meses	54
B	Nenhum sintoma	Mãos	>8 anos	56
		Pés		
C	Nenhum sintoma	Mãos	1-4 anos	30
		Tronco		
		Cara		
D	Nenhum sintoma	Tronco	4-8 anos	44
E	Frieiras	Mãos	1-4 anos	27
	Dor reumática	Braços		
	Dor de cabeça	Tronco		
F	Dor de cabeça	Mãos	6-12 meses	38
	Fadiga	Pescoço		
G	Frieiras	Braços	1-4 anos	28
		Mãos		
		Pés		
		Cara		
H	Frieiras	Mãos	1-4 anos	27
	Dor reumática	Pés		
	Dor de cabeça	Pernas		
I	Nenhum sintoma	Mãos	1-4 anos	30
		Tronco		
		Cara		
J	Nenhum sintoma	Mãos	>8 anos	56
		Pés		
K	Dor de cabeça	Mãos	6-12 meses	38
	Fadiga	Pescoço		
L	Nenhum sintoma	Tronco	4-8 anos	44
M	Dormência nas mãos	Mãos	<6 meses	23
		Cara		
N	Frieiras	Mãos	<6 meses	54
O	Nenhum sintoma	Cara	1-4 anos	40
P	Dor de cabeça	Pernas	6-12 meses	21
	Fadiga			
Q	Dor de cabeça	Tronco	<6 meses	24
		Cara		

Como se pode observar na Tabela 18, verifica-se que a maior parte dos trabalhadores, cerca de 41% respondeu que não tinha nenhum sintoma. Uma das explicações para este resultado pode ser o hábito do trabalhador em relação ao posto, pois maior parte dos trabalhadores que assim responderam trabalham na empresa há mais de 1 ano. Esta situação pode observar-se, por exemplo, no posto B, C, D, I, J, L e O. Os sintomas mais referidos são a dor de cabeça, cerca de 35% e as frieiras, cerca de 29%.

Relativamente à zona corporal de desconforto, verifica-se que a maior parte dos trabalhadores (70,6%) respondeu que era nas mãos, seguido pela cara e pelo tronco (35,3%). Facilmente se pode explicar estas escolhas, pois são zonas mais desprotegidas que estão mais expostas ao frio. Relativamente ao tronco pode ser explicado pela temperatura no posto de trabalho do trabalhador e pelo pouco isolamento térmico do vestuário.

Tabela 18 – Dados sobre os sintomas e a zona corporal de desconforto dos trabalhadores.

Sintomas	Nº	%	Zona corporal	Nº	%
Dor de cabeça	6	35,3	Braços	2	11,8
Dor reumática	2	11,8	Cara	6	35,3
Dormência nas mãos	1	5,8	Mãos	12	70,6
Fadiga	3	17,6	Não sente	1	5,8
Frieiras	5	29,4	Pernas	2	11,8
Nenhum sintoma	7	41,2	Pescoço	2	11,8
			Pés	4	23,5
			Tronco	6	35,3

5.1.4. Perceção dos trabalhadores relativamente ao conforto térmico nos postos

As respostas dos trabalhadores aos diferentes itens da questão 5 do questionário foram obtidas com base numa escala de *Likert*, de 7 pontos de avaliação, tal como mostra a Tabela 19. As questões pretendem avaliar a perceção dos trabalhadores relativamente à temperatura, conforto e satisfação nos diferentes postos de trabalho.

Tabela 19 – Respostas da avaliação da perceção dos trabalhadores (sensação térmica, temperatura, conforto e satisfação)

Questão	Valores da escala de avaliação						
	1	2	3	4	5	6	7
Sensação térmica no momento (1 - Com muito calor; 7 - Com muito frio)			1	6	8	2	
Preferência (1 - Bem mais quente; 7 - Bem mais refrescado)	1	1	5	9	1		
Temperatura do posto de trabalho (1 - Nada frio; 7 - Muito frio)			1	4	6	5	1
Conforto que sente no posto de trabalho (1 - Nada confortável; 7 - Muito confortável)			6	6	4	1	
Satisfação com condições térmicas (posto trabalho) (1 - Nada satisfeito; 7 - Muito satisfeito)			5	6	3	3	

A partir dos resultados obtidos foram elaborados os seguintes diagramas caixa/ diagramas de bigodes apresentados na Figura 21.

Através dos diagramas de caixa é possível obter uma representação visual sobre a forma como os dados se distribuem, nomeadamente quanto à maior ou menor concentração, à simetria e à existência de valores considerados “anormais”.

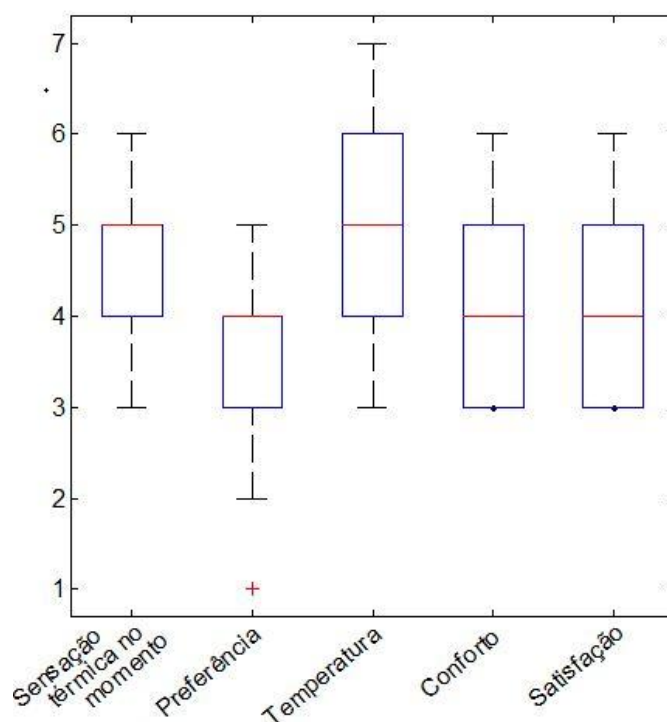


Figura 21 – Diagramas caixa sobre a percepção dos trabalhadores quanto ao ambiente térmico

Relativamente à sensação térmica no momento, os dados revelam que os trabalhadores consideram o seu posto de trabalho ligeiramente frio a frio, que pode ser enfatizado pelo facto de estes preferirem sentirem-se um pouco mais quentes no seu posto de trabalho. Podemos referir que as respostas da escala de *Likert* variaram entre um mínimo de 3 e máximo de 6, onde 1 representa “Com muito calor” e 7 representa “Com muito frio”. Da representação ressalta que a sensação térmica de 25% dos trabalhadores é menor ou igual a 4 (“nível neutro”), de 50% dos trabalhadores encontram-se entre o 4 e o 5. Existe algum enviesamento do lado esquerdo, isto é, os dados estão mais dispersos, ou seja, menos concentrados na parte inferior do que na parte superior. A mediana corresponde ao 5 que pode ser considerado “ligeiramente frio”.

Relativamente à preferência, ou seja, como é que os trabalhadores preferiam estar a sentir-se, os dados revelam que os trabalhadores preferiam estar a sentir-se ligeiramente mais quentes. Podemos referir que as respostas da escala de *Likert* variaram entre um mínimo de 2 e máximo de 5, onde 1 representa “Bem mais quente” e 7 representa “Bem mais refrescado”. Da representação ressalta que a preferência de 25% dos trabalhadores é menor ou igual a 3, de 50% dos trabalhadores encontram-se entre o 3 e o 4. A mediana corresponde ao 4 que pode ser considerado o valor neutro. Isto pode ser justificado pelos anos que as pessoas trabalham na empresa e também pela conjugação do isolamento térmico com a taxa metabólica.

Relativamente à temperatura no posto de trabalho, os dados revelam que os trabalhadores consideram o ambiente ligeiramente frio a frio. Podemos referir que as respostas da escala de *Likert* variaram entre um mínimo de 3 e máximo de 7, onde 1 representa “Nada frio” e 7 representa “Muito frio”. Da representação ressalta que 25% dos trabalhadores considera a temperatura menor ou igual a 4 (“nível neutro”). A mediana corresponde ao 5 que pode ser considerado “ligeiramente frio”. De realçar que aquando a recolha da maioria dos dados a temperatura do exterior já era minimamente aceitável o que influencia também o ambiente interior.

Relativamente ao Conforto e à Satisfação, os dados indicam uma posição intermédia o que revela respostas pouco verosímeis comparando com as anteriores. No entanto pode dever-se ao facto de serem respostas que poderiam por em causa o posto de trabalho de alguns trabalhadores o que faz com que sejam neutros ou então porque já estão aclimatados. Podemos referir que as respostas da escala de *Likert* variaram entre um mínimo de 3 e máximo de 6, onde 1 representa “Nada confortável” e 7 representa “Muito confortável”, no caso do conforto e 1 representa “Nada satisfeito” e 7 representa “Muito satisfeito”, no caso da satisfação.

5.2. Medição do conforto térmico com base nos índices térmicos

A necessidade de conhecer o padrão térmico da secção em estudo levou ao desenvolvimento de um algoritmo em MATLAB. O algoritmo permite traçar mapas térmicos com o intuito de analisar o ambiente térmico da secção. Após a recolha dos valores da temperatura do ar e humidade relativa do ar, tendo em conta diferentes situações de embalagem, foram traçados/desenhados gráficos de cores relativos à temperatura do ar, humidade relativa do ar e aos índices em estudo (índice EsConTer, ITH e PPD).

Os gráficos obtidos dependem do tipo de embalagem. As diferentes situações de embalagem que serão apresentadas são as seguintes: **(A)** embalagem de Lombo Centro demolido ultracongelado (DUC) em caixas de 1kg na classificadora (máquina com células que detectam e pesam o peixe), *sem descarga* de peixe para a classificadora; **(B)** embalagem de Lombo Centro demolido ultracongelado em caixas de 1kg na classificadora, *com descarga* de peixe para a classificadora; **(C)** embalagem em retráctil (película de filme plástico estirável) de Posta Longa numa máquina denominada ULMA e embalagem de Rabos em caixas de 10kg e **(D)** embalagem de Posta Média demolhada ultracongelada em caixas de 6,5kg P.L.E. na classificadora.

O eixo das ordenadas e das abcissas representam o comprimento e a largura da secção de embalagem. Do lado direito das figuras observa-se uma escala de cores que está associada aos valores da variável estudada. As cores e valores indicados definem o padrão térmico do espaço.

5.2.1. Resultados da temperatura e humidade relativa

Na Figura 22 é apresentada a variável temperatura do ar da secção em estudo para as quatro diferentes situações de embalagem.

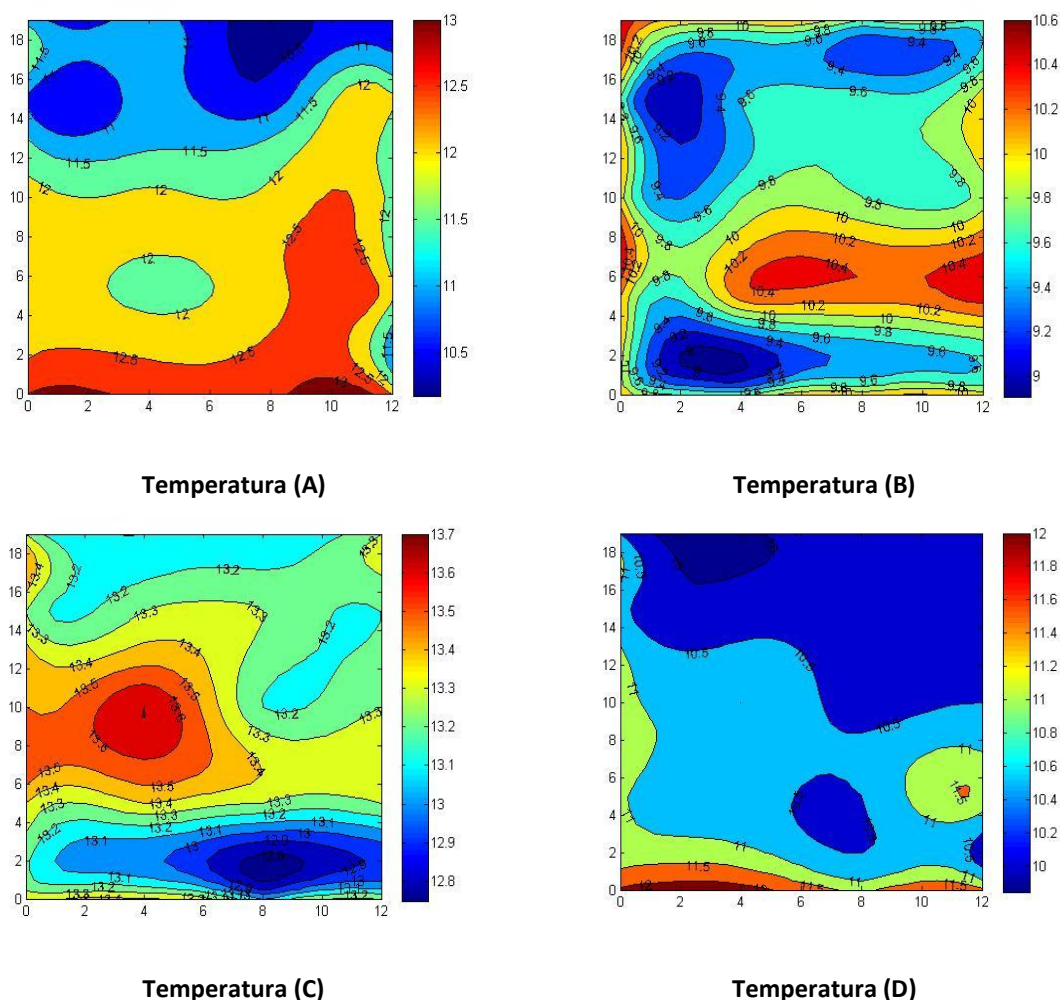


Figura 22 – Temperatura do ar para as diferentes situações de embalamento

A observação visual das linhas e das cores mostram como a secção é influenciada pela temperatura do ar e permite conhecer as zonas de trabalho que estão sujeitas a uma temperatura mais baixa, o que equivale a afirmar-se que podem ser zonas mais vulneráveis a desconforto térmico. As áreas assinaladas com cor “azul-escuro” indicam as regiões com temperaturas mais baixas, para cada caso.

Ao comparar os quatro tipos de embalamento pode ser verificado que o embalamento B torna o ambiente térmico mais frio, pois a gama de valores para o embalamento B é 8,8°C a 10,6°C enquanto a gama de valores para o embalamento A é 10,0°C a 13,0°C, para o C é 12,7°C a 13,7°C e para o D é 9,8°C a 12,0°C. No caso do embalamento C os valores de temperatura são superiores, o que pode ser explicado pelo facto de neste embalamento ser usada uma máquina que tem um forno o que pode influenciar o ambiente térmico e, conseqüentemente, a sensação térmica dos trabalhadores. Na Figura 22, no caso do embalamento A, a região afectada por temperaturas mais baixas é a zona da vidragem e a zona onde se encontra o tanque que alimenta a classificadora. De notar que a temperatura da água da vidragem se deverá encontrar entre 0 e 1°C, de forma a haver uma maior absorção de água por parte do pescado. Assim, esta é a zona onde se sente maior desconforto térmico (área observada com cor “azul escuro”). No caso do embalamento B

verifica-se que no global o ambiente térmico se tornou mais frio. De realçar que no caso do embalamento A e D no ponto (0,0) existe uma porta que se encontrava aberta na altura da recolha de dados, daí uma possível explicação para uma temperatura mais confortável.

Na Figura 23 e para a variável temperatura são indicados os postos de trabalho consoante o tipo de embalamento.

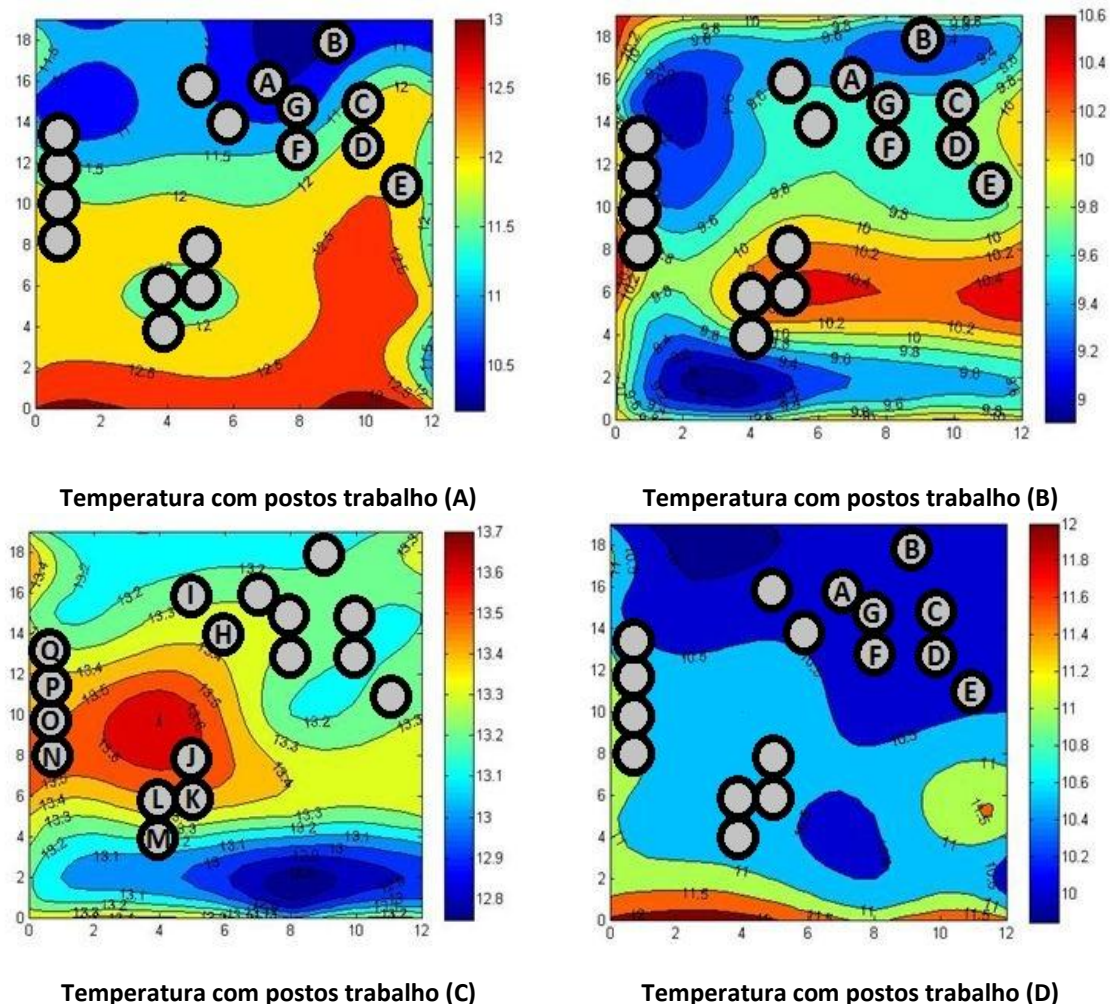


Figura 23 – Temperatura com localização dos postos de trabalho para as diferentes situações de embalamento

Os postos de trabalho que estão operacionais são os que contiverem uma letra no círculo. A ausência de letra indica que o posto de trabalho não está operacional naquele tipo de embalamento. No caso do embalamento A, B e D os postos de trabalho operacionais são os postos de A, B, C, D, E, F e G. No caso do embalamento C os postos de trabalho operacionais são os postos H, I, J, K, L, M, N, O, P e Q.

Relativamente aos postos de trabalho que se consideram estar em zonas com temperaturas mais baixas, podemos referir que no caso do embalamento A são os postos de trabalho de A, B e G; no caso do embalamento B são os postos A, B, C, D, E, F e G; no caso do embalamento C é o posto de trabalho M e no caso do embalamento D são os postos A, B, C, D, E, F e G.

De acordo com os postos que foram considerados como localizados em zonas com temperaturas mais baixas, pode-se dizer que os embalamentos que são efectuados com recurso à classificadora tornam o ambiente térmico mais desconfortável.

No entanto, a análise desta variável (temperatura do ar) por si só mostra-se insuficiente, visto que a relação temperatura do ar e humidade relativa do ar é bastante importante para a percepção do ambiente térmico. As Figuras 24 e 25 mostram para as mesmas situações diferentes de embalagem, a variável humidade relativa do ar na secção em estudo, sem postos e com postos de trabalho, respetivamente.

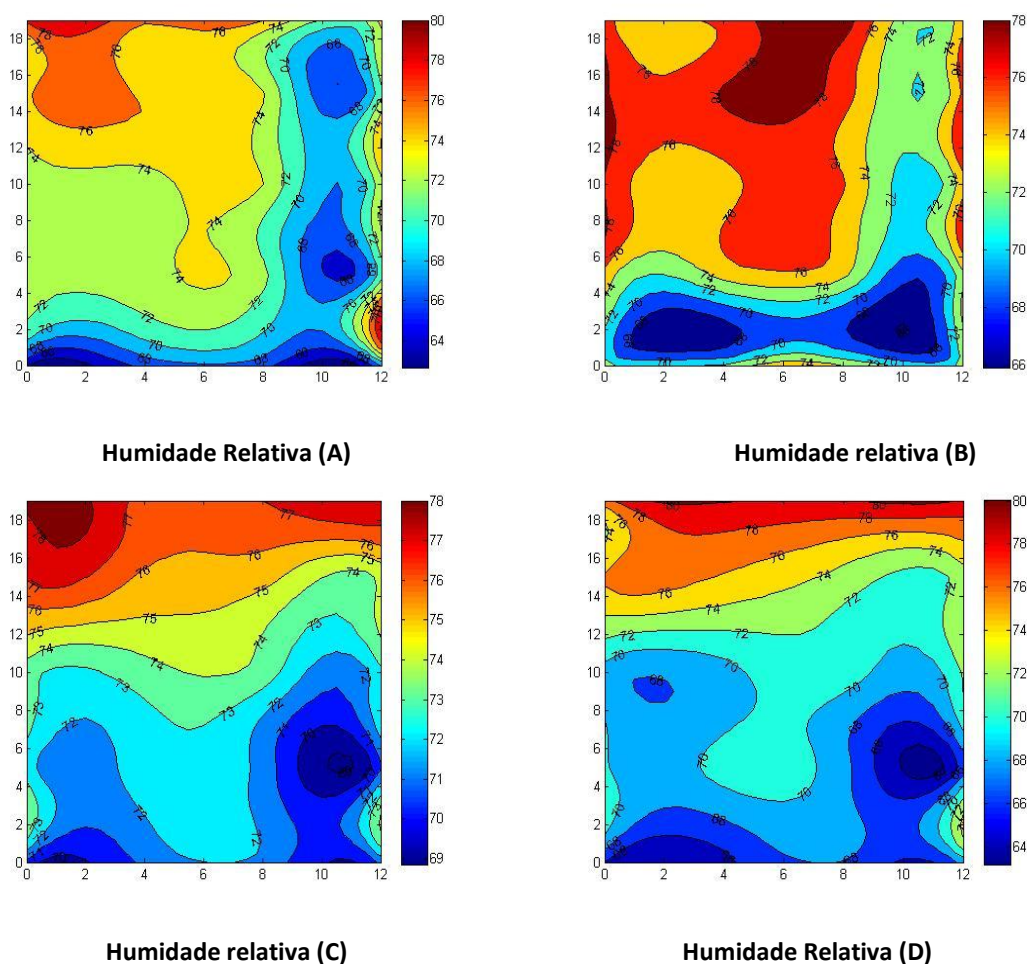


Figura 24 – Humidade relativa do ar para as diferentes situações de embalagem

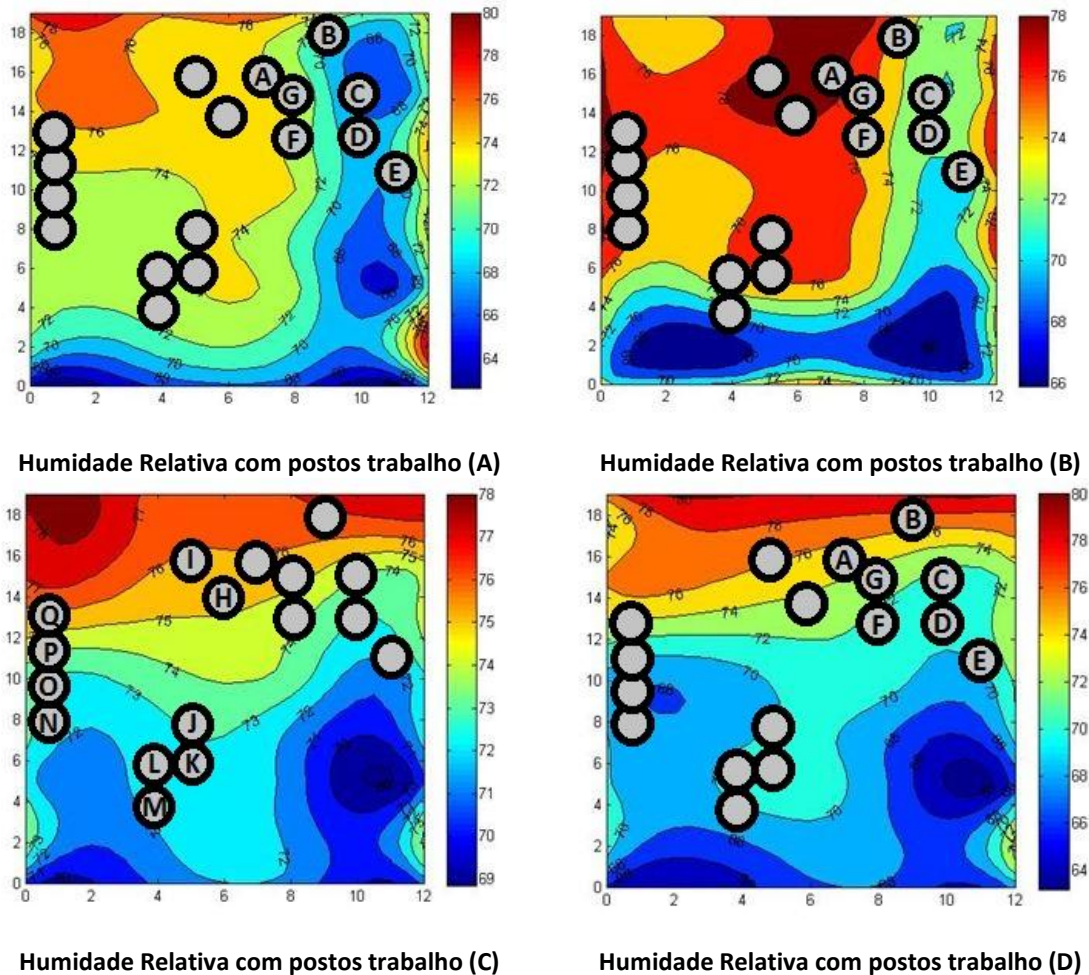


Figura 25 – Humidade relativa do ar com postos de trabalho para as diferentes situações de embalagem

A observação da Figura 23 e da Figura 25 mostra que há uma relação entre a humidade relativa do ar e a temperatura do ar. É de notar que se a pressão parcial de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho for assumida como constante e se a pressão parcial de saturação do vapor de água diminuir devido à diminuição da temperatura do ar, a humidade relativa do ar aumenta. Assim, quando a temperatura diminui a humidade relativa do ar aumenta e vice-versa. A observação visual mostra que o resultado é correcto e estas variáveis são complementares, pois pode-se concluir que a região com uma humidade relativa mais elevada corresponde à mesma região com temperatura do ar mais baixa, como era esperado.

A coerência das linhas traçadas na Figuras 24 e na Figura 25 em face das linhas traçadas nas Figuras 22 e 23 mostram que o instrumento de medida “Center 317 – temperature humidity meter” registou valores considerados válidos.

Em jeito de conclusão, pode-se afirmar que as zonas susceptíveis a um maior desconforto, correspondem à zona “superior” da secção em estudo, variável x acima dos 6m e variável y acima dos 10m suscitando maior desconforto térmico nos postos de trabalho aí localizados.

5.2.2. Índices EsConTer, ITH e PPD

Aos dados registados foram aplicados os índices térmicos EsConTer, ITH e PPD. Os gráficos gerados estão representados desde a Figura 26 à Figura 31. A Figura 26 e Figura 27 é relativa ao índice EsConTer, com e sem postos de trabalho. A cor azul-escura indica a zona de maior desconforto térmico. Na escala do lado direito de cada embalagem é indicada a sensação térmica prevista.

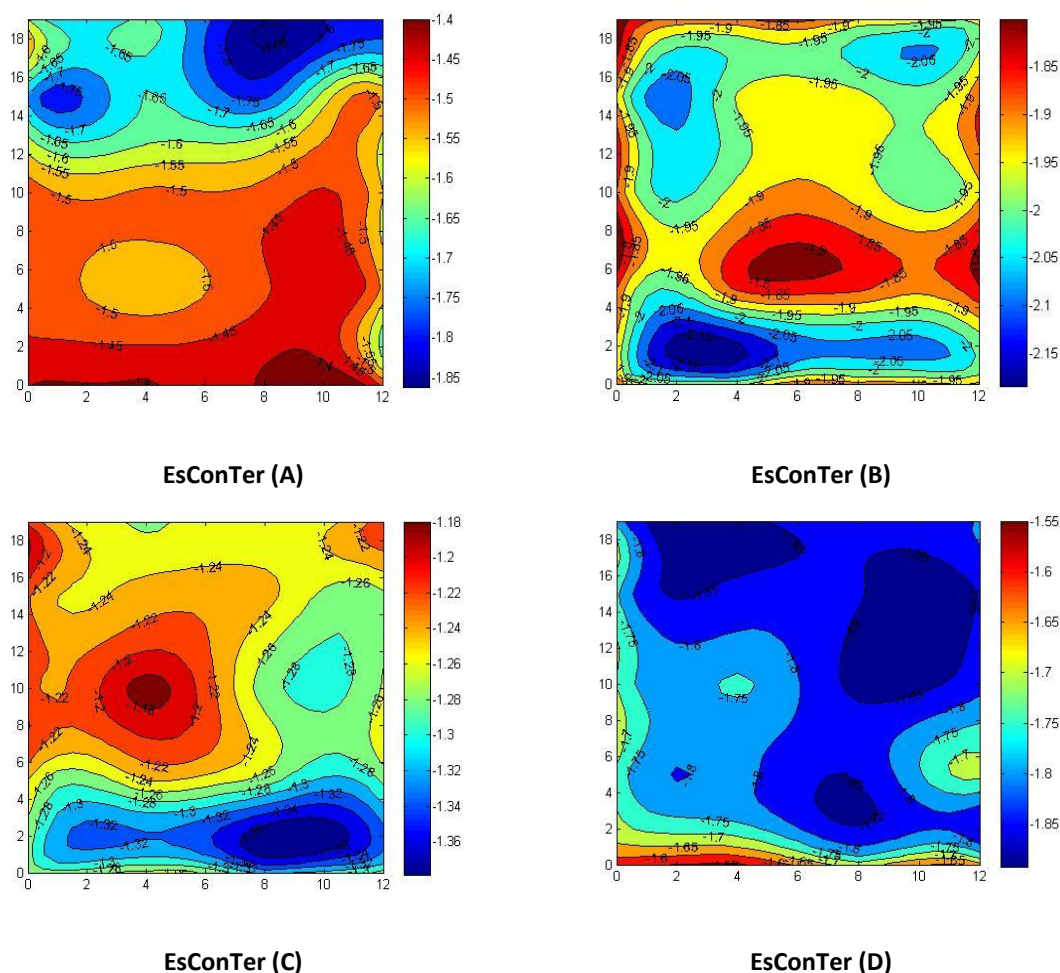


Figura 26 – EsConTer para as diferentes situações de embalagem

O índice EsConTer usa a escala -3 a 3 (-3 pode ser considerado hipotermia – temperatura corporal muito baixa e 3 pode ser considerado hipertermia – temperatura corporal muito elevada). Nas Figuras 26 e 27 as zonas de cor “azul” indiciam zonas vulneráveis, no entanto é necessário ter em atenção pois nem sempre a informação da tabela de cor pode significar zona de desconforto térmico e/ou desconforto térmico para o trabalhador. Como referido anteriormente, as sensações térmicas são subjectivas, isto é, dependem das pessoas, ou seja, um ambiente termicamente confortável para uma pessoa pode ser frio ou quente para outra.

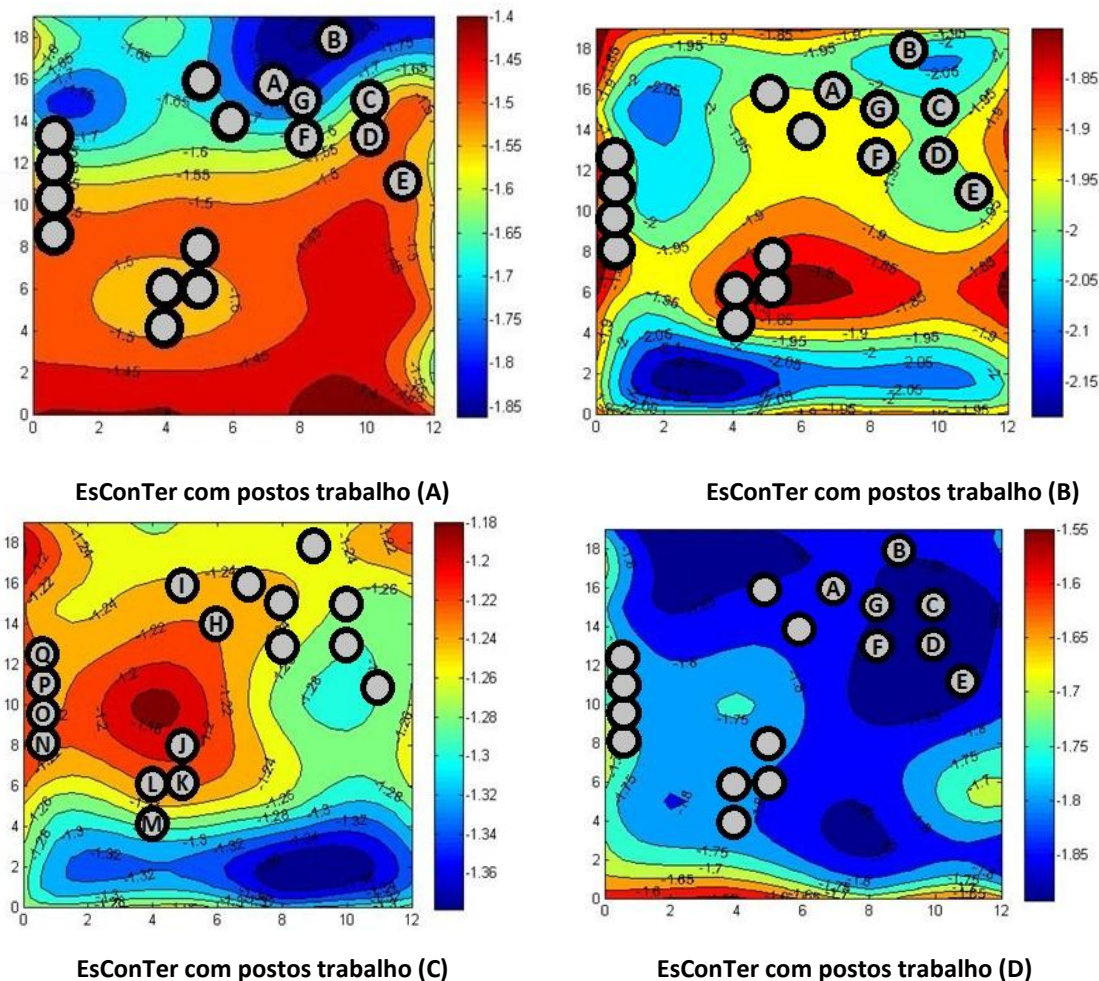


Figura 27 – EsConTer com postos de trabalho para as diferentes situações de embalagem

O valor mínimo registado do índice EsConTer é de -2,20 e que corresponde ao embalagem B, onde existe descarga de peixe para a máquina que classifica o peixe, sendo considerado o embalagem que proporciona o ambiente térmico com maior desconforto. Ao comparar as quatro diferentes situações de embalagem relativamente à interpretação deste índice pode-se dizer que no caso do embalagem A e D, estes são muito similares relativamente ao ambiente térmico, enquanto no caso do embalagem B e C se revelam ambientes completamente contrários, mais frio e mais quente, respectivamente. O intervalo de valores no caso do embalagem A é de -1,85 a -1,40, no embalagem B é de -2,20 a -1,80, no embalagem C é de -1,38 a -1,18 e no embalagem D é de -1,90 a -1,55. No caso do embalagem C e como referido anteriormente, é usada uma máquina que tem um forno o que pode influenciar o ambiente térmico e consequentemente a sensação térmica dos trabalhadores com os seus postos de trabalho aí localizados. Esta ideia, no caso do embalagem C, pode ser reforçada pelos valores do EsConTer e pelos gráficos da temperatura representados nas Figura 23. Destacam-se as linhas associadas aos valores de EsConTer mais elevado -1,20 a -1,18, correspondentes à zona do forno a qual é apresentada entre os 2m e os 6m no eixo dos xx e os 7m e os 12m no eixo dos yy.

Relativamente à situação de embalagem que apresenta a área com maior desconforto térmico (B) está associada a valores de cerca de -2,20. Segundo a escala de cores e as interpretações da

mesma, referidas no capítulo 3.2, os valores de conforto térmico variam entre $\pm 0,50$, logo, o valor -2,20 está associado a um ambiente térmico frio a muito frio, representado no modelo PMV-PPD (Figura 14), como uma situação onde cerca de 80% da população está insatisfeita com o ambiente térmico. Como veremos mais à frente, neste caso, registou-se uma percentagem de população insatisfeita de cerca de 86%.

Tendo em conta a interpretação do índice no global, em todas as situações de embalamento, o valor mínimo e máximo do EsConTer é de -1,18 e -2,20, respectivamente. Estes valores podem estar associados a sensações de ligeiramente frio a frio, com tendência a muito frio. No modelo PMV-PPD representado na Figura 14, mostra-se que estas são situações que variam entre 35% a mais de 80% da população insatisfeita com o ambiente térmico. Assim, de acordo com o modelo PMV-PPD, estas regiões não são regiões de conforto, visto que não se encaixam em nenhuma das 3 categorias (A, B ou C), de acordo com a norma ISO 7730 (2006).

É de salientar que a aplicação do índice EsConTer usando apenas a temperatura do ar e a humidade relativa do ar oferece um excelente resultado para a adoção de estratégias de intervenção.

Nas Figuras 28 e 29 são apresentados os gráficos relativos ao índice ITH, sem e com postos de trabalho.

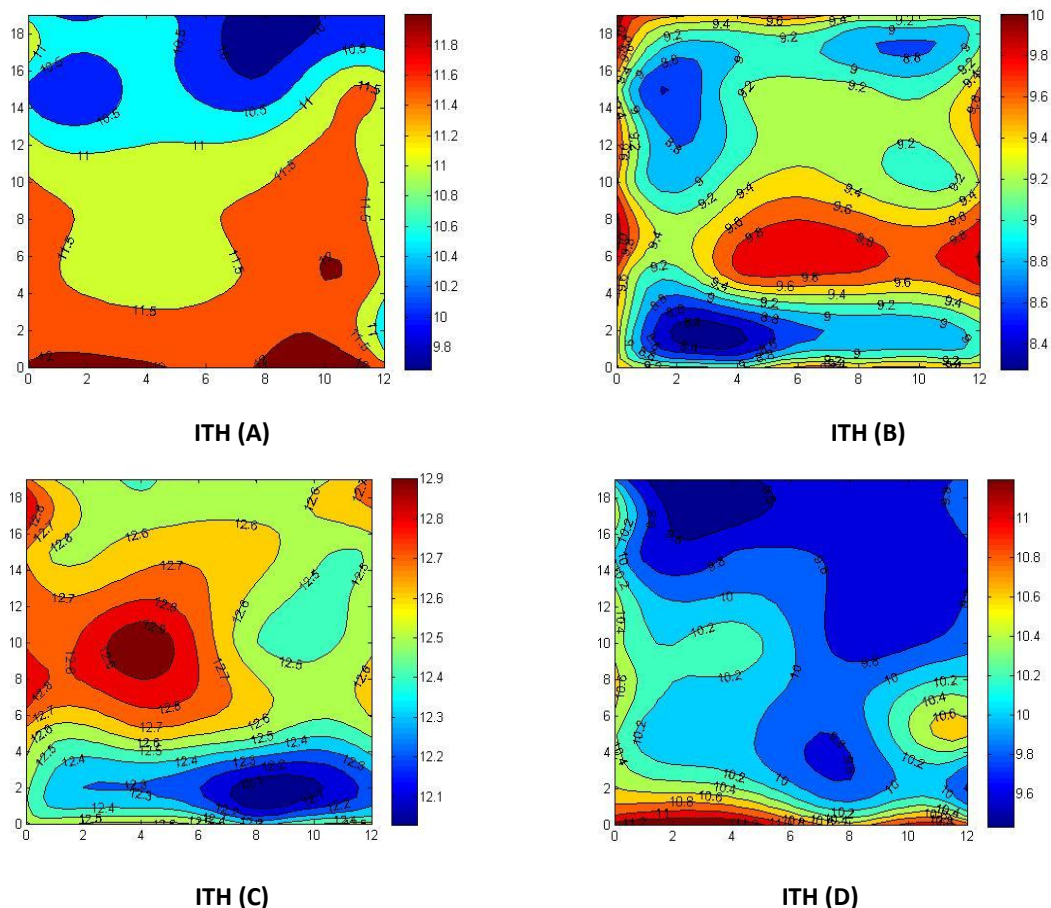


Figura 28 – ITH para as diferentes situações de embalamento

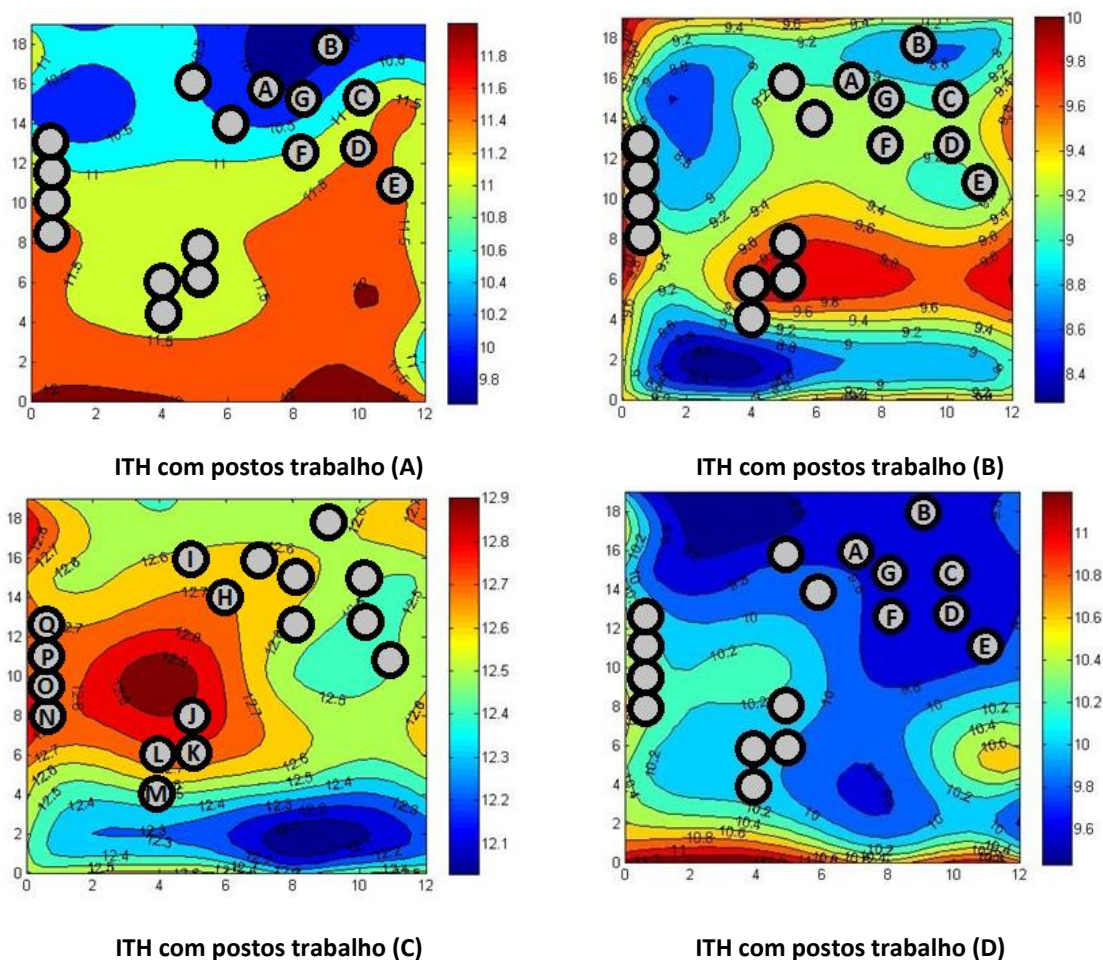


Figura 29 – ITH com postos de trabalho para as diferentes situações de embalagem

Relativamente ao índice ITH, as áreas de maior desconforto térmico são as mesmas retratadas pelo índice EsConTer, no entanto, avaliadas segundo uma escala diferente. Há uma excelente concordância com os resultados obtidos para os dois índices. No índice ITH os valores de maior desconforto térmico atingem os 8,2°C (embalamento B), o que significa segundo os intervalos definidos no capítulo 3, que 50% dos indivíduos se encontram termicamente desconfortáveis, no entanto este valor está muito próximo dos 8,0°C que segundo a mesma análise significa que 100% dos indivíduos se encontram termicamente desconfortáveis. Todas as situações de embalagem significam, segundo os intervalos definidos, que 50% dos indivíduos se encontram termicamente desconfortáveis pois os valores obtidos encontram-se dentro do intervalo definido, ou seja, entre os 8,0°C e os 21,0°C.

Neste sentido, é plausível considerar que com estes dados a percentagem da população insatisfeita pode variar entre os 50% e os 100%, mostrando concordância com o índice PPD, cuja estimativa de pessoas insatisfeitas ronda os 44% e os 86%. Assim, o índice EsConTer e o ITH revelam-se muito concordantes no que diz respeito às áreas de maior vulnerabilidade térmica, correspondendo às áreas de cor “azul-escura”, o que valida a aplicabilidade destes índices a um ambiente térmico frio.

De acordo com as conclusões atrás mencionadas e com a visualização dos gráficos das Figuras 27 e 29 (EsConTer e ITH), pode-se observar os postos de trabalho que estão localizados nas zonas consideradas como zonas de desconforto e perceber melhor a dinâmica do ambiente térmico nessas zonas. No caso do embalamento A são os postos A, B e G; no caso do embalamento B são os postos A, B, C, D, E, F e G; no caso do embalamento C, sendo um ambiente térmico de tendência ligeiramente frio, parece sugerir que o posto de trabalho M seja considerado o mais vulnerável e no caso do embalamento D são os postos A, B, C, D, E, F e G. Estes postos podem ser postos de trabalho que exige uma maior atenção por parte da Direcção da Qualidade (responsável também pela Higiene e Segurança na empresa).

Mais uma vez se comprova a concordância das interpretações tidas a partir da aplicação dos dois índices térmicos (EsConTer e ITH), sugerindo que mesmo em diferentes tipos de embalamento, os dois índices comportam-se da mesma maneira oferecendo as mesmas preocupações para ser possível a aplicação de estratégias de intervenção. No entanto, o índice EsConTer por considerar a escala da ASHRAE é de fácil e imediata interpretação.

Por último, foi aplicado o índice PPD para conhecer a percentagem de população insatisfeita na secção de embalamento. Este índice está representado nas Figuras 30 e 31, sem e com postos de trabalho localizados, respectivamente. Chama-se a atenção que na expressão para determinar o índice PPD, o índice PMV foi substituído pelo índice EsConTer por este trabalhar com escala sétima da ASHRAE.

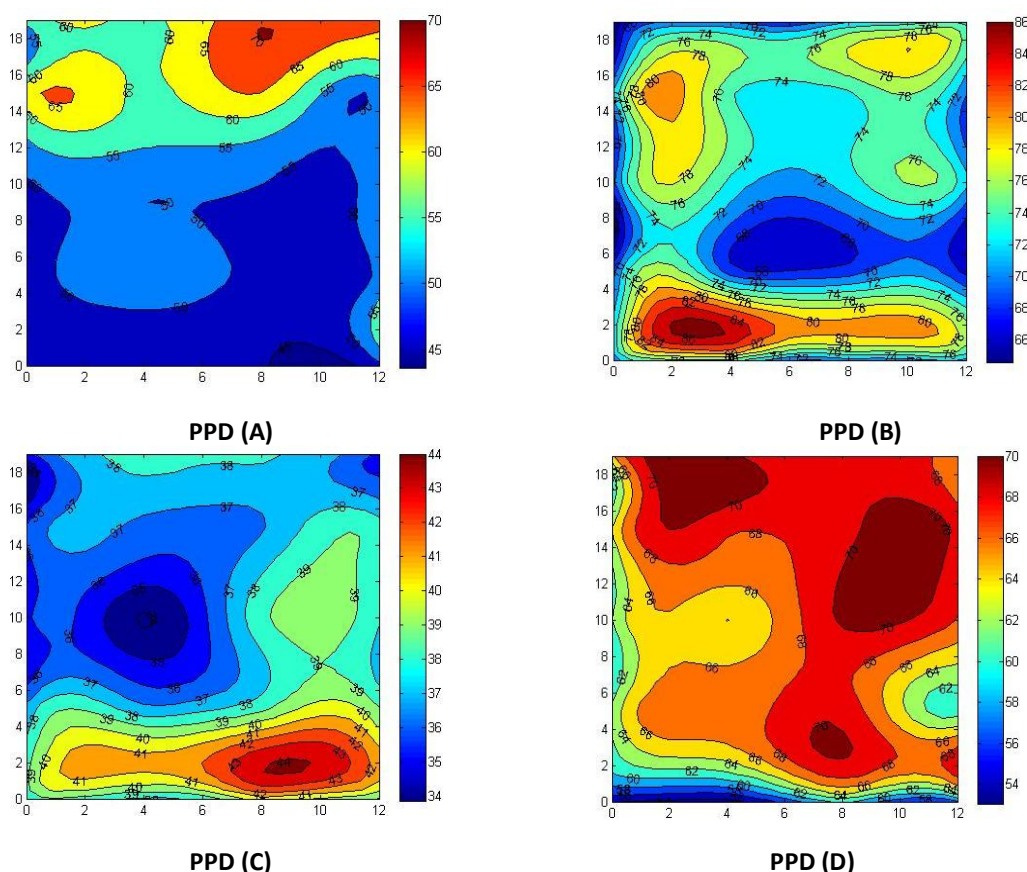


Figura 30 – PPD para as diferentes situações de embalamento

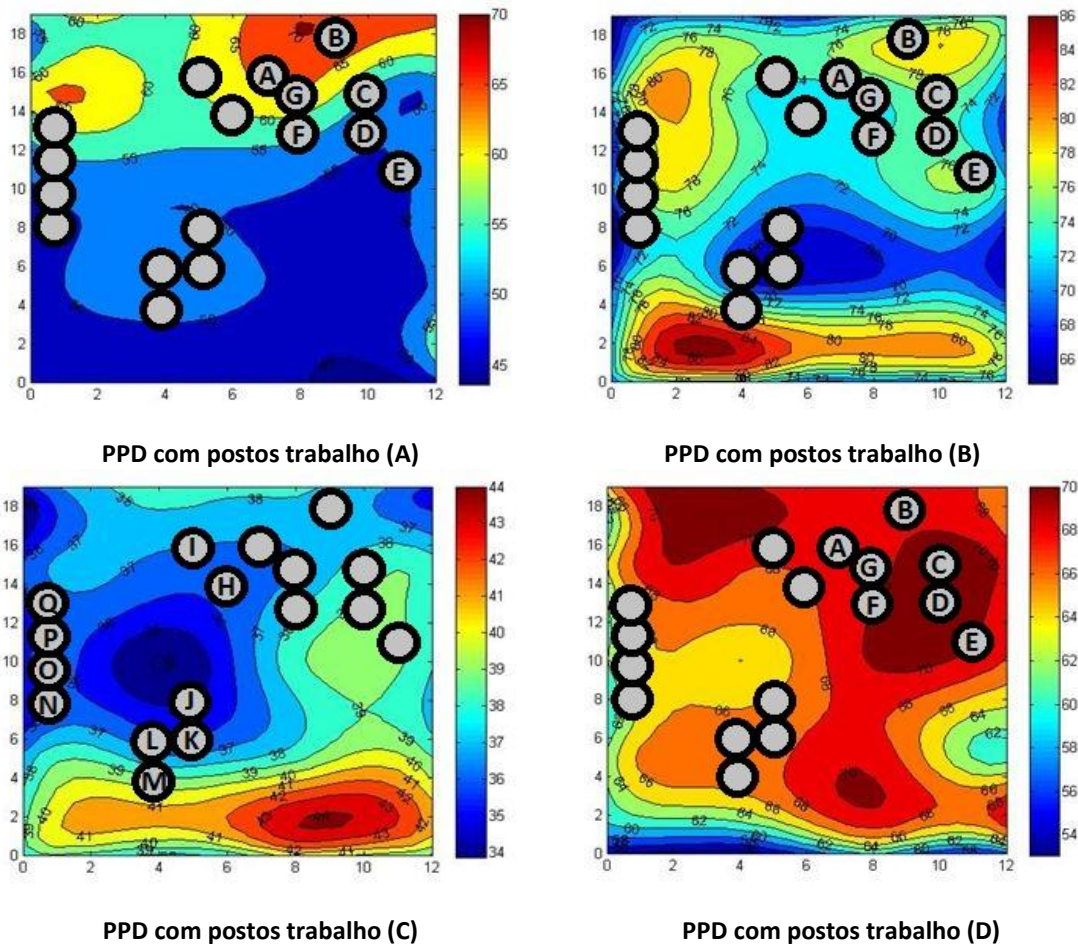


Figura 31 – PPD com postos de trabalho para as diferentes situações de embalagem

A observação das Figuras 30 e 31 mostra que no caso do embalagem C, o desconforto térmico é menor do que nas outras situações de embalagem, pois só cerca de 44% dos trabalhadores se encontram termicamente desconfortáveis, enquanto no embalagem A são cerca de 70%, no embalagem B são cerca de 86% e no embalagem D são cerca de 70%. Isto significa que diferentes situações de embalagem mostram diferentes sensações térmicas. Os dados estão a ser valorizados pela Direcção de Qualidade da empresa.

5.2.3. Diagrama de conforto/desconforto da Organização Mundial de Meteorologia ou Diagrama mundial de meteorologia e saúde

A Figura 32 mostra o diagrama da WMO e a sua observação indica que são necessárias duas variáveis, a temperatura do ar e a humidade relativa do ar, para se conhecer a sensação térmica do ambiente térmico. Uma grande vantagem deste diagrama, em relação aos índices anteriormente referidos, é indicar estratégias de intervenção para melhorar as condições ambientais.

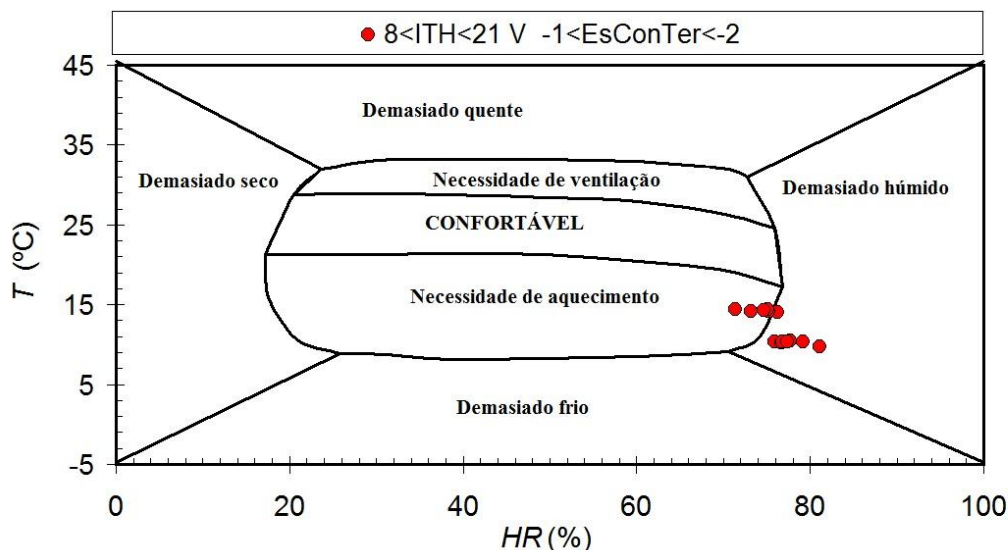


Figura 32 – Diagrama W.M.O

A observação da Figura 32 indica a localização dos pontos de trabalho e as zonas de intervenção do diagrama. Os círculos indicados na Figura 32 mostram inequivocamente que o ambiente é demasiado húmido a necessitar de aquecimento. Consideramos que uma das estratégias que a Direcção da Qualidade deve adotar é reduzir a humidade relativa do ar, estudar a nova sensação térmica prevista e o valor do clo para o vestuário do trabalhador de modo a sentir-se mais confortável.

5.3. Sensação térmica dos trabalhadores “versus” EsConTer

Na Figura 33 é apresentado o gráfico que mostra a relação entre a sensação térmica real indicada pelos trabalhadores e a sensação térmica prevista pelo índice EsConTer.

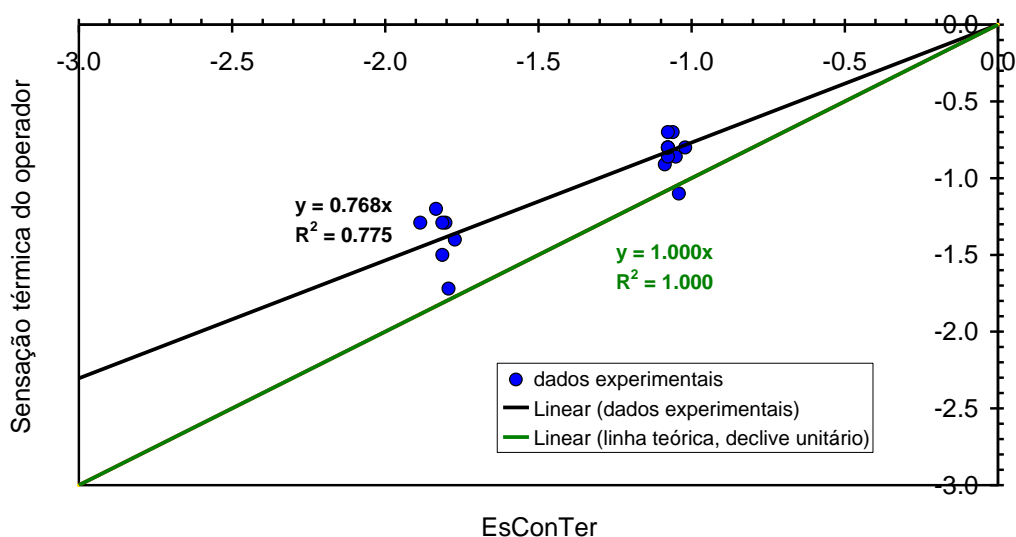


Figura 33 – Sensação térmica dos trabalhadores “versus” EsConTer

Nos 17 postos de trabalho em estudo foi registada a sensação térmica real dos trabalhadores. Através do preenchimento da escala de cores que foi aplicada aos trabalhadores, foi obtida a sensação térmica, ou seja, o que os trabalhadores diziam sentir quanto ao ambiente térmico em seu redor. O índice EsConTer desenvolvido por Talaia e Simões (2009), utilizado para prever a sensação térmica a partir das variáveis ambientais, temperatura do ar e humidade relativa, foi utilizado para comparar a sensação térmica prevista com a sensação térmica real. Como se pode verificar na Tabela 16, o isolamento do vestuário varia entre 1,1 clo e 2,4 clo, o que influencia a sensação térmica do trabalhador. Para além disso, o tipo de embalamento também influencia o ambiente térmico e consequentemente o tipo de atividade de cada posto de trabalho, pois este repercute-se na taxa metabólica.

Na prática, como é mostrado na Figura 33, à medida que o valor da sensação térmica tende para muito frio, a linha a negrito desvia-se da linha teórica de cor verde. Este desvio deve-se a um maior desvio absoluto da sensação térmica real (a tender para ambiente ligeiramente frio) em face da sensação térmica prevista pelo EsConTer. O valor indicado pelo trabalhador está influenciado pela vestimenta (clo) e/ou pela atividade desenvolvida no posto de trabalho. Neste caso a tarefa tem uma grande influência na sensação térmica real o que faz o seu valor ser desviado da sensação térmica prevista.

No gráfico da Figura 33 a linha a negrito apresenta uma variância de cerca de 0.775 o que mostra que as sensações térmicas relatadas são quase todas explicadas pelo índice EsconTer o que indica uma boa precisão. Há uma relação significativa entre as sensações térmicas previstas e as sensações térmicas reais, o que denota um bom ajuste do modelo EsConTer. Assim, o gráfico mostra como o índice EsConTer é um bom preditor da sensação térmica indicada pelos trabalhadores.

6. Considerações finais e perspectivas futuras

Um ambiente térmico adequado é fundamental para que qualquer trabalhador se sinta bem no seu local de trabalho, uma vez que contribui para aumentar o seu bem-estar e produtividade. A queixa de alguns sintomas (frieiras, redução de capacidades motoras), a alta taxa de absentismo por doença e, conseqüentemente, a necessidade de se perceber melhor a sensação térmica de modo a serem tomadas medidas que possam prevenir estes acontecimentos, conduziu a um estudo, que tem por objetivo conhecer o padrão da sensação térmica de uma secção de embalagem de bacalhau demolido ultracongelado, ambiente considerado frio. Dado que a sensação de conforto térmico está dependente de fatores importantes, tais como fatores de variáveis individuais (taxa metabólica e isolamento térmico do vestuário) e fatores de variáveis ambientais (temperatura do ar e humidade relativa do ar), estes foram tidos em conta neste projeto.

De acordo com a pertinência do projeto, houve a necessidade de recolha de dados. Para tal, utilizou-se o questionário com o objetivo de avaliar a percepção dos trabalhadores sobre o conforto nos seus postos de trabalho, assim como uma escala de cores para conhecer a sensação térmica real do trabalhador. Junto dos trabalhadores averiguou-se o tipo de vestuário usado para se avaliar o grau do seu isolamento térmico. O tipo de ambiente térmico foi determinado usando valores de temperatura do ar e humidade relativa do ar.

Os resultados e interpretações obtidos através do questionário mostraram que todos os trabalhadores, independentemente da época do ano, usam a farda da empresa, composta por calças, bata, touca e sapatos/botas. Quanto à sensação térmica dos trabalhadores, os dados revelaram que estes consideram o seu posto de trabalho ligeiramente frio a frio, enfatizando a sua resposta quando afirmam que preferiam estar a sentir-se um pouco mais quentes no posto de trabalho. No entanto, a mediana na preferência corresponde ao valor considerado neutro, que é justificada pelos anos que as pessoas trabalham na empresa (aclimatização) e também pela conjugação do isolamento térmico do vestuário com a taxa metabólica. As considerações retiradas das respostas dos questionários permitem ao departamento de Qualidade adotar estratégias de intervenção nos postos de trabalho analisados. Realça-se a importância de analisar a proteção das mãos, visto esta ser a zona corporal onde os trabalhadores sentem maior desconforto (70,6%). Como nesta secção de embalagem de bacalhau demolido ultracongelado, o ambiente não pode ser propriamente aquecido visto que o produto se deterioraria, o vestuário pode ter um papel importante dentro do processo de trocas térmicas.

Através da análise de dados obtidos foi possível observar-se que o ambiente em estudo apresenta condições de desconforto, pois o índice EsConTer apresenta valores abaixo do valor considerado termicamente aceitável para conforto, ou seja, inferior a -0,5, de acordo com a escala sétima térmica da ISO 7730 (2005). Os dados obtidos revelam que para os diferentes tipos de embalagem os valores variaram entre -1,18 e -2,20, indicando sensação térmica de ligeiramente frio a frio, com tendência a muito frio. Por comparação, no caso do embalagem B foi registado o maior desconforto térmico e no C foi registado o menor desconforto térmico. Isto

deve-se ao facto de a máquina no caso do embalamento C ter um forno, o que influencia o ambiente térmico. No caso do embalamento B os valores mais baixos devem-se a haver descarga de peixe ultracongelado que de forma abrupta faz diminuir a temperatura do ar. Os restantes casos permitem conhecer um ambiente térmico intermédio, entre os referidos anteriormente. Assim, é recomendado o desenvolvimento de propostas de intervenção, devendo ser feitas de acordo com as características do ambiente térmico e das variáveis ambientais e pessoais. A Direcção da Qualidade já se encontra sensibilizada para adotar algumas estratégias que passam por reduzir a humidade relativa do ar e por estudar um “clo” para a vestimenta do trabalhador de modo a sentir-se mais confortável, o que diminuirá a fadiga e aumentará a produtividade.

Os resultados obtidos e interpretações realizadas pela aplicação dos índices térmicos usados (EsConTer, ITH e PPD) mostraram-se concordantes, podendo concluir-se que os índices traduziram de forma expectável o padrão do ambiente térmico nos diferentes tipos de embalamento evidenciando com clareza os locais e postos de trabalho onde existe maior desconforto térmico e/ou *stress* térmico. O índice EsConTer mostrou ser uma ferramenta a ser valorizada pois a sua gama de valores baseia-se na escala sétima de ASHRAE. A sua particularidade é que prevê a sensação térmica usando a escala sétima térmica. Esta escala está em concordância com uma escala térmica de cores capaz de traduzir a sensação térmica real, sendo, portanto, de fácil e imediata interpretação. A apresentação dos gráficos de cores permite visualizar o padrão do ambiente térmico de uma forma mais intuitiva, mostrando dentro de um espaço as áreas suscetíveis a um maior desconforto térmico. Uma vez que o índice EsConTer prevê uma sensação térmica muito próxima da real dos trabalhadores, sugere-se a sua aplicação em estudos futuros.

Considera-se importante, que no futuro, este estudo seja alargado a todas as secções da empresa. Também seria importante realizar questões abertas e fechadas aos trabalhadores sobre possíveis estratégias que considerem válidas e plausíveis de serem adotadas, para combater o desconforto térmico resultante do ambiente frio.

Em estudos futuros, dever-se-ia ter em atenção o metabolismo (tipo de atividade) de cada trabalhador, o isolamento térmico do vestuário, a sensação térmica prevista e a sensação térmica real do trabalhador função da adaptação da humidade relativa do ar no ambiente térmico.

Referências Bibliográficas

- Aasmoe, L., Bang, B., Egeness, C., & Løchen, M.-L. (2008). Musculoskeletal symptoms among seafood production workers in North Norway. *Occupational medicine*, 58(1), 64-70
- APERGO. (2007). Ergonomia. Associação Portuguesa de Ergonomia. Retirado de <http://www.apergo.pt/index.php>
- ASHRAE. (2001). *Handbook of Fundamentals - Physiological Principles for Comfort and Health*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2004). Standard 55-2004 *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta.
- Brill, M. (1984). *Using office design to increase productivity* (Vol. 1). New York: Workplace Design and Productivity.
- Carneiro, P. (2012). *Ambiente térmico e qualidade do ar em cozinhas profissionais*. (Mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Castillo, J.J., & Villena, J. (2005). *Ergonomia: conceitos e métodos*. Lisboa: Dinalivro.
- Charles, K.E. (2003). Fanger's thermal comfort and draught models. *IRC Research Report RR-162*.
- Costa, E.R.Q., Baptista, J.S., Diogo, M.T., & Magalhães, A.B. (2011). *Hot Thermal Environment and its impact in productivity and accidents*. Artigo apresentado em International Symposium on Occupational Safety and Hygiene - SHO 2011.
- Decreto-Lei nº25/2005 de 28 de Janeiro. *Diário da República - Série 1-A, Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas*, Retirado de <http://www.dre.pt>.
- Dias, A. (2013). *Avaliação da percepção da influência do conforto térmico na produtividade*. (Mestrado em Engenharia Humana), Universidade do Minho, Minho.
- DREC. (2000). Ambiente Térmico. Acedido em 18 de Março de 2012, Retirado de http://www.prof2000.pt/users/eta/Amb_Termico.htm
- Emery, A.F. (2014). Thermal Control Concepts: Human Comfort and Health Requirements. Retirado de http://courses.washington.edu/me333afe/Comfort_Health.pdf
- Emmanuel, R. (2005). Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, 40(12), 1591-1601
- Fanger, P. (1970). Thermal comfort - Analysis and applications in environmental engineering. *Copenhagen*
- Fanger, P. (1972). *Thermal Confort* (2 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Fanger, P. (1973). The variability of man's preferred ambient temperature from day to day. *Archives des sciences physiologiques*, 27(4), 403
- Gouvea, T.C. (2004). *Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria da confecção*. (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas.
- Grandi, M.S. (2006). *Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle*. (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Grandjean, E. (1998). *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*: Bookman.
- Holmér, I. (2000). Cold stress: Part II—The scientific basis (knowledge base) for the guide. *Elsevier Ergonomics Book Series*, 1, 357-365
- Holmér, I. (2010). Climate change and occupational heat stress: methods for assessment. *Global health action*, 3
- Holmér, I., Granberg, P., & Dahlstrom, G. (1999). Ambientes fríos y trabajo con frío. *Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo*. OIT. Cap, 42, 32-60

- ISO 7243. (1989). *Hot environments : estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 7730. (1984). *Moderate thermal environments : determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 7730. (2005). Ergonomics of the thermal environment–Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. *International Organization for Standardization*.
- ISO 7730. (2006). Ergonomics of thermal environment- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
- ISO 7933. (1989). *Hot environments : analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate (SWreq)*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 8996. (2004). Ergonomics of the thermal environment–Determination of metabolic rate. *International Organization for Standardization*
- ISO 9886. (2004). *Ergonomics : evaluation of thermal strain by physiological measurements*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO 9920. (1995). *Ergonomics of the thermal environment: estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 10551. (1995). *Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO TR 11079. (1993). Evaluation of cold environments. Determination of required clothing insulation (IREQ). Geneva: International Organisation of Standardization.
- Kim, T., Tochihara, Y., Fujita, M., & Hashiguchi, N. (2007). Physiological responses and performance of loading work in a severely cold environment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(9), 725-732
- Krüger, E.L., & Dumke, E.M. (2001). Avaliação integrada da vila tecnológica de Curitiba. *Tuiuti Ciência e Cultura*, 25(3), 63-82
- Lamberts, R. (2011). *Conforto e Stress Térmico*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Lamberts, R., Candido, C., De Dear, R., & De Vecchi, R. (2013). Towards a Brazilian Standard on Thermal Comfort: Research report. Universidade Federal de Santa Catarina (LabEEE). The University of Sydney.
- Lamberts, R., & Xavier, A. (2002). Conforto e stress térmico: Florianópolis.
- Lazzarotto, N. (2007). *Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do Ensino Fundamental de Ijuí-RS. 2007. 131 f.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Maria de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.
- Lida, I. (2005). *Ergonomia: projeto e produção*. (2ª ed.). São Paulo: Blucher.
- Liu, J., Yao, R., Wang, J., & Li, B. (2012). Occupants' behavioural adaptation in workplaces with non-central heating and cooling systems. *Applied Thermal Engineering*, 35, 40-54
- Lorsch, H.G. (1994). The impact of the building indoor environment on occupant productivity part2: Effect of temperature. *ASHRAE Trans.*, 100(2), 895-901
- Mar Lusitano. (2012). Mar Lusitano Produtos Alimentares, Lda. Retirado de <http://www.marlusitano.pt/index.html>

- Markov, D. (2002). Practical evaluation of the thermal comfort parameters. *Annual International Course: Ventilation and Indoor climate*, 158-170.
- McNall Jr, P., Jaax, J., Rohles, F., Nevins, R., & Springer, W. (1967). Thermal comfort (thermally neutral) conditions for three levels of activity. *ASHRAE transactions*, 73(1), 3.1-1
- Meles, B.A. (2012). *Ergonomia Industrial e Conforto Térmico em postos de trabalho*. (Mestrado), Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Miguel, A.S. (2010). *Manual de Higiene e segurança no trabalho* (11ª ed.): Porto Editora.
- Niemelä, R., Hannula, M., Rautio, S., Reijula, K., & Railio, J. (2002). The effect of air temperature on labour productivity in call centres - a case study. *Energy and Buildings*, 34(8), 759-764
- Nieuwolt, S. (1977). *Tropical climatology*: Wiley.
- Oliveira, A.V.F.M.d. (2006). *Estudo de ambientes térmicos frios: desenvolvimentos experimentais e avaliação de condições de trabalho*. (Doutoramento em Ciências de Engenharia Mecânica na especialidade de Climatização e Ambiente), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica.
- Ornstein, S., & Roméro, M. (1992). *Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído*: Studio Nobel.
- Parsons, K.C. (1993). *Human thermal environments*. London; Bristol, PA: Taylor & Francis.
- Peinado, J., & Graeml, A.R. (2007). Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP
- Pezzuto, C. (2007). *Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos: estudo de caso em Campinas*. (Tese de Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Pinto, N. (2011). *Condições e parâmetros para a determinação de conforto térmico em ambientes industriais do ramo metal mecânico*. (Mestrado em Engenharia da Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.
- Rodrigues, F.A.G. (2007). *Conforto e Stress Térmico: uma avaliação em ambiente laboral*. (Mestrado em Física Aplicada), Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Ruas, A.C. (1999). *Avaliação de conforto térmico: contribuição à aplicação prática das normas internacionais*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, L. (2001). *Análise da relação entre produtividade e conforto térmico: o caso dos digitadores do centro de processamento de dados e cobrança da Caixa Econômica Federal do estado de Pernambuco*. (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção), UFSC, Florianópolis.
- Silva, N. (2007). *Avaliação do conforto térmico*. (Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Santa Cecília, Santos - SP.
- Stoops, J.L. (2004). A possible connection between thermal comfort and health. *Lawrence Berkeley National Laboratory*
- Talaia, M., & Ferreira, V. (2010). Stress térmico na frente de fogo no combate a incêndio florestal. *Territorium*, 17, 85-93
- Talaia, M., Meles, B., & Teixeira, L. (2013). Evaluation of the Thermal Comfort in Workplaces - a Study in the Metalworking Industry *Occupational Safety and Hygiene* (pp. 473-477). London: Taylor & Francis Group.
- Talaia, M., & Simões, H. (2009). *Índices PMV e PPD na Definição da "performance" de um Ambiente*. Artigo apresentado em V Encontro Nacional de Riscos e I Congresso Internacional de Riscos, Coimbra, Portugal.
- Thom, E.C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12(2), 57-61
- Thomas, H.R., Riley, D.R., & Sanvido, V.E. (1999). Loss of labor productivity due to delivery methods and weather. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(1), 39-46
- Turismo Centro de Portugal. (2011). Iguarias do Centro - Guia do Bacalhau. Retirado de <http://www.turismodocentro.pt/pt/?op=ofertas&tema=6>

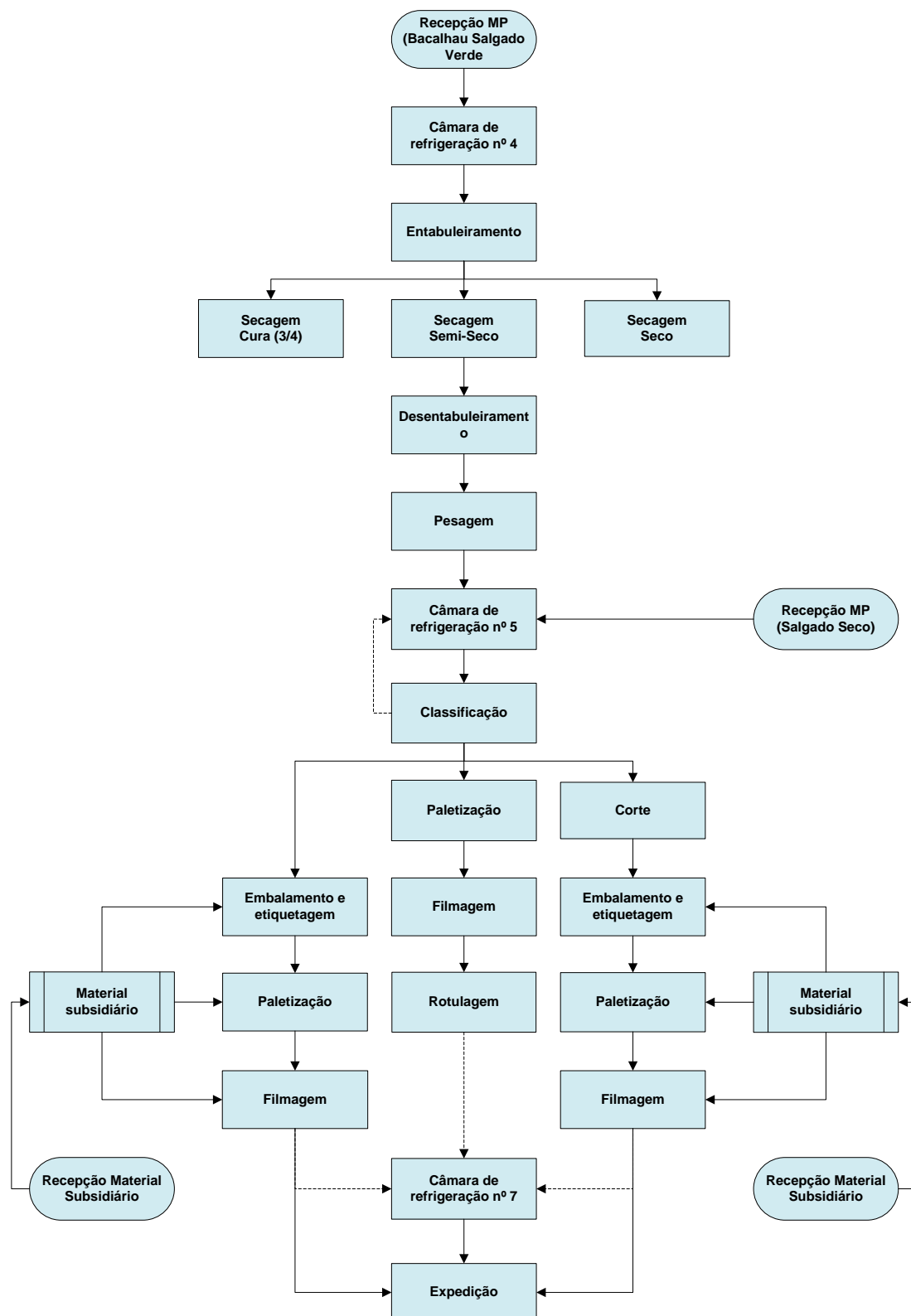
- USP. (2011). O conforto térmico. *Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP*. Retirado de www.dca.iag.usp.br/www/material/fgoncalv/old/ITC2.doc
- Vidal, M.C. (2000). Introdução à ergonomia. *Apostila do Curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea/CESERG*. Rio de Janeiro: COPPE/GENTE/UFRJ
- Vilares, M.J., & Coelho, P.S. (2011). *Satisfação e Lealdade do Cliente: Metodologias de avaliação, gestão e análise* (2ª ed.). Lisboa: Escolar Editora.
- WMO. (1987). World Climate Program Applications, Climate and Human Health. World Meteorological Organization.
- Woods, J., Winakor, G., Maldonado, E., Alagheband, A., & Adams, S. (1981). Relationships between measures of Thermal Environment and measures of Worker Productivity. *ASHRAE transactions*, 87(2), 117-144
- Xavier, A. (1999). *Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis*. (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Yao, Y., Lian, Z., Liu, W., & Shen, Q. (2007). Experimental study on skin temperature and thermal comfort of the human body in a recumbent posture under uniform thermal environments. *Indoor and Built Environment*, 16(6), 505-518

Bacalhau Salgado Verde (BSV)



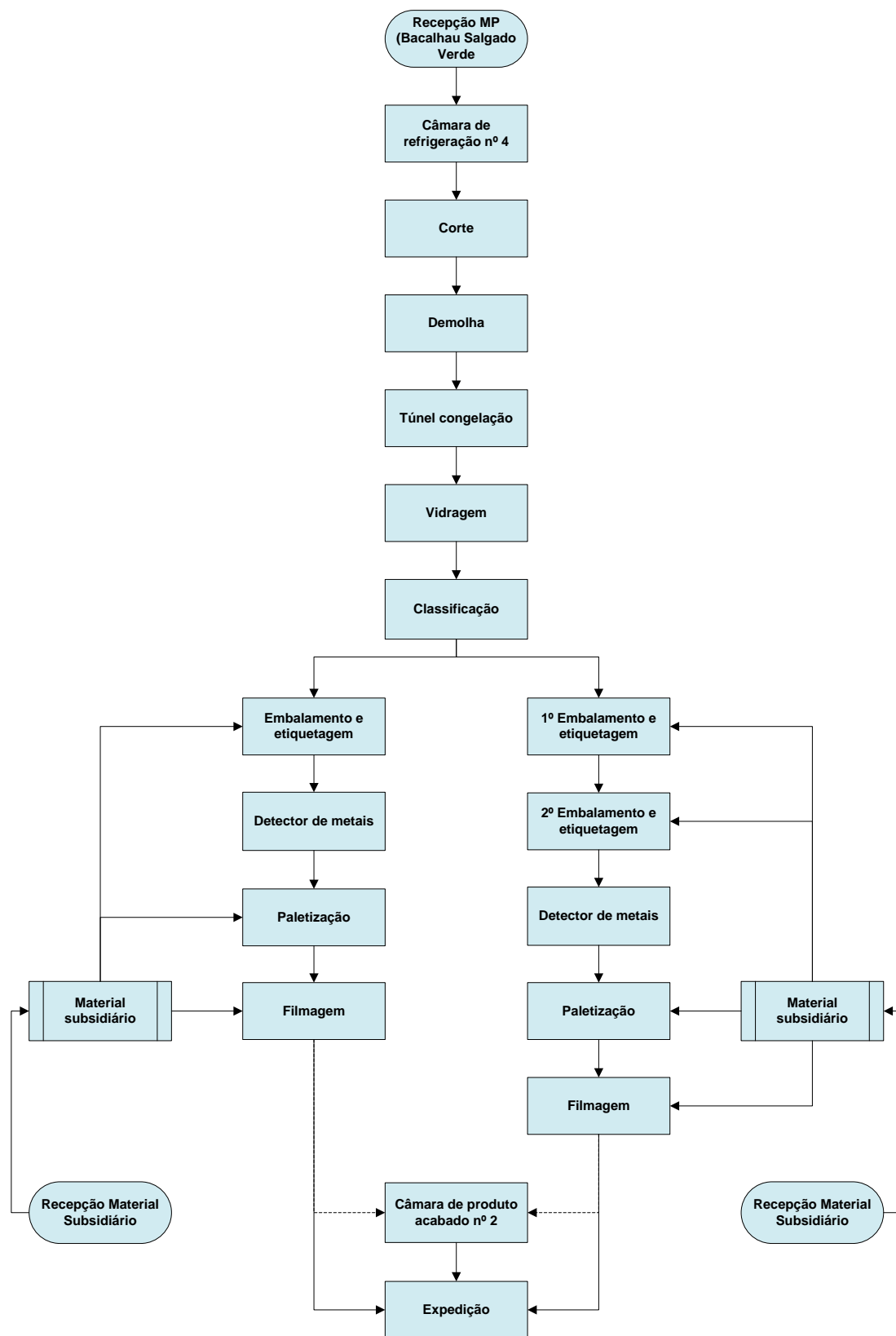
Anexo 2

Bacalhau Salgado Seco (BSS)



Anexo 3

Bacalhau Demolhado Ultracongelado (BDUC)



Anexo 4

Questionário

Enquanto aluna do 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro e no âmbito do desenvolvimento da tese de mestrado sobre conforto térmico nesta empresa de transformação de bacalhau, gostaria de contar com a sua colaboração, respondendo ao questionário.

Não **há respostas certas ou erradas** relativamente a qualquer dos itens, pretendendo-se apenas a sua opinião pessoal e sincera. **Deverá responder a todas as questões.**

Este questionário é de natureza **confidencial e anónima** e destina-se, apenas, a tratamento estatístico.

O tempo de preenchimento do questionário é de cerca 5 minutos.

Obrigado pela sua colaboração.

Data: _____ Hora: _____ Posto: _____

Sexo: _____ Idade: _____

Peso: _____ Altura: _____

Para cada uma das seguintes perguntas poderá assinalar apenas uma opção.

1. Tente identificar o tipo de atividade/ função que exerce neste posto de trabalho:

Sentado, atividade leve	Sentado, atividade moderada	Em pé, relaxado/encostado	Atividade leve, em pé	Atividade moderada, em pé	Atividade pesada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Há quanto tempo desempenha funções neste posto de trabalho?

Menos de 6 meses	6 – 12 meses	1 - 4 anos	4 – 8 anos	Mais de 8 anos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Quanto tempo passa neste posto de trabalho, em média, durante um turno de 8 horas?

Menos de 1 hora	1 – 2 horas	2 - 4 horas	4 – 6 horas	6 – 8 horas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Há quanto tempo desempenha funções nesta empresa?

Menos de 6 meses	6 – 12 meses	1 - 4 anos	4 – 8 anos	Mais de 8 anos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Nas questões seguintes assinale a posição que melhor se adequa à sua opinião:

	Qual é a sua sensação térmica neste momento?							
	1	2	3	4	5	6	7	
Com muito calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Com muito frio
	Como preferia estar a sentir-se?							
	1	2	3	4	5	6	7	
Muito mais quente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muito mais refrescado
	Qual a sua opinião quanto à temperatura no seu posto de trabalho?							
	1	2	3	4	5	6	7	
Nada frio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muito frio
	Qual a sua opinião sobre o conforto que sente no seu posto de trabalho?							
	1	2	3	4	5	6	7	
Nada confortável	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muito confortável
	Qual a sua satisfação com as condições térmicas no seu posto de trabalho?							
	1	2	3	4	5	6	7	
Nada satisfeito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muito satisfeito

Para cada uma das seguintes perguntas poderá assinalar mais que uma opção.

6. Indique a zona corporal onde sente mais desconforto quando se encontra no seu posto de trabalho.

Braços	<input type="checkbox"/>	Mãos	<input type="checkbox"/>	Pernas	<input type="checkbox"/>	Tronco	<input type="checkbox"/>
Cara	<input type="checkbox"/>	Pés	<input type="checkbox"/>	Pescoço	<input type="checkbox"/>	Outra. Qual?	

7. Sente algum/alguns dos seguintes sintomas no seu posto de trabalho? Qual?

Deterioração do desempenho	<input type="checkbox"/>	Dor de cabeça	<input type="checkbox"/>
Frieiras	<input type="checkbox"/>	Falta de concentração	<input type="checkbox"/>
Falta de ar	<input type="checkbox"/>	Fadiga	<input type="checkbox"/>
Tremores	<input type="checkbox"/>	Lesões devido ao frio	<input type="checkbox"/>
Dor reumática	<input type="checkbox"/>	Sonolência	<input type="checkbox"/>
Redução de algumas capacidades motoras como destreza e força	<input type="checkbox"/>	Nenhum sintoma	<input type="checkbox"/>
Outro. Qual? _____			

8. Que tipos de proteção fornecidos pela empresa costuma usar geralmente?

Avental	<input type="checkbox"/>	Auriculares	<input type="checkbox"/>
Bata	<input type="checkbox"/>	Botas	<input type="checkbox"/>
Calças	<input type="checkbox"/>	Casaco	<input type="checkbox"/>
Luvas	<input type="checkbox"/>	Máscara	<input type="checkbox"/>
Meias especiais	<input type="checkbox"/>	Macacão	<input type="checkbox"/>
Touca	<input type="checkbox"/>	Sapatos	<input type="checkbox"/>
Outro. Qual? _____			

9. Qual o vestuário que usa normalmente no seu posto de trabalho?

<u>Vestuário</u>	<u>Na época de Verão</u> (período quente)	<u>Na época de Inverno</u> (período frio)	<u>Vestuário</u>	<u>Na época de Verão</u> (período quente)	<u>Na época de Inverno</u> (período frio)
Camisa manga curta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Camisa manga comprida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pólo de manga curta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pólo de manga comprida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T-shirt manga curta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T-shirt manga comprida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Camisola manga curta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Camisola manga comprida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cueca + soutien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Boxers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fato de treino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jeans	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Camisola comprida de lã	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Camisola curta de lã	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Casaco fino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Casaco grosso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Calções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ajude-nos a melhorar a **ORGANIZAÇÃO** dando-nos as suas **SUGESTÕES**: